二つの集魚灯の効力についての一考察

伊 佐 良 信

(1860 年 10 月 20 日受理)

A STUDY ON EFFECTS OF DIFFERENT KINDS OF FISHING LAMPS

Yoshinobu Isa*

In fishing aided with a lamp light there should be many factors determining an effect of the fishing light in use. However, if other factors are assumed the same between operations comparable one another, important variables may include the length of lighting hours, age of the moon, and conditions of the tide. As few works have been made available for these practical aspects of light fishing, the present paper deals with the relationship between these factors and effects of an electric lamp and a kerosene one. The data used for the study have been obtained from purse seine fisheries for the anchovy, *Engraulis japonicus*, operated in a part of the Seto Inland Sea during July and August 1953 (Table 1).

1) When the amount of catch was examined in relation to age of the moon, the relation was found to have nearly the same tendency between the electric light and the kerosene lamp fishing. Because between two succeeding periods of dark night, one from the dark to the first quarter of the moon and another from the last quarter to the dark, the catch by each type of fishing was greater in the former than in the latter (Table 1 and Fig. 1).

2) In the both kinds of lamp, efficiency of attracting fish seems to be accelerated in a parabolic curve with progress of the lighting hour (Fig. 2). It is interesting to note that a vertex on the parabola tells the time when a seining operation comes near to an end.

3) The fishing harvests under report may be classified into three categories: good fishing, poor fishing and no catch, where good fishing is represented by catch greater than 500 kans (1 kan = 3.75 kg) in a few hours, and poor fishing by catch at lower levels. In order to see whether fluctuations in the tide had an effect upon the harvests, these categories of catch have been arranged in relation between the mean fluctuation of tide (cm/hr) and the order of ebb and flow that occurred between two consecutive mornings. In Fig. 3 it is evident that the tide patterns for poor fishing and no catch resemble each other, but they are different from the pattern for good fishing.

4) The fishing hours may be sorted into N, M, and NM, where N stands for 6 hours before midnight (2:00 a. m.), M for hours following N till daybreak, and NM for those of all-night operation. In regard to frequency of effective fishing when catch was more than 50 kans per hour, the electric light fishing showed little difference regardless whether it was operated in N, M or NM (Table 3). In the kerosene lamp fishing, however, ratio of the frequency of good catch based on the total number of that operation was 65% for NM, 50% for M and 25% for N. Although the numbers of operation made during N, M, and NM were different depending a kind of lamp, one lamp seems to have been used oftener than the other in one of the categorized hours when an efficient fishing was apparently expected from its use.

5) In regard to a question as to whether one type of lamp is ultimately more efficient than the other under report, further studies have to be made on a comparable base before drawing any conclusion.

* 香川県水産試験場 (Kagawa Pref. Fish. Exp. St., Shido-cho Okawa-gun, Kagawa Pref., Japan).

緒　　言

集魚灯については，従来室内の基礎的実験を含めて，定置網漁業，巾着網漁業および捧受網漁業などに関連してかなり多くの研究がある。すなわち，イワシ巾着網漁業に関しては 田内，林[1]， 宮崎[2]，前田[3] および香渡[4] 等の報告があり，集魚灯の基礎的事項や集魚方法については村山， 外4名[5]， 川本外4名[6]，川本外2名[7] および岡[8] の報告がある。

この外定置網漁業への集魚灯応用試験についても，水産研究会漁業班，科学研究所，東邦漁業 KK[9),10)]，村山，大石等[11),12)] の報告がある。佐々木[13] は以上の資料の多くを取りまとめるとともに，実際に自ら調査体験した結果をその著書“集魚灯”に理論的に実用的に解明している。しかしカタクチイワシ漁業に関連した研究で，集魚操業と潮汐とを結びつけて，直接集魚灯による漁撈上の資料をねらつたものは宮崎[2] の報告があるのみである。

筆者は 1953 年当場が石油集魚灯と電気集魚灯（水中，水上両灯併用）のカタクチイワシ集魚について経済的効果の調査を行なつた際の標本漁船の記録と，その時の本県の潮汐表[14]から潮流向とその時間および月令を計算または抜萃して，漁獲量を中心とした相関々係を検討した。以下若干興味ある現象が察知されたので報告する。

資料および集魚灯

1) 資　料

調査期間（1953 年 7 月 18 日〜8 月 30 日）において，調査船の毎操業日における集魚灯の点灯時間とその時の漁獲量は Table 1 の通りである。Table 1 の潮汐は流向で，引き潮（東流）および上げ潮（西流）を示した。すなわち点灯している間，同一方向に流れている時は， その方向を ***E*** または ***F*** で，東西一度の交流で両方向にそれぞれ時間的にほぼ同等に流れた時は ***E*** または ***F*** で， 時間的に明らかに差が認められた時は，主流向の先後を F, ***f*** または E, ***e*** で区別し，そして東西二度交流で，たとえば，上げ（引き）潮後引き（上げ）潮になり，再びもとの方向に流れた時は，中間の主流向きの記号を，当初の潮の時間が最後の潮の時間よりも短い時は *f, e* で，またその逆の時は f, e で示した。ただし以下各項で論ずる流向は，東（西）流または東西交流を問わず流向記号の示す方向をその時の流向として取扱つてある。なお原表にはマアジ，イボダイ等を幾らか混入していたが，これらの魚類はこの表では除いた。

2) 集魚灯の種類および操作の方式

i） 石油噴射式集魚灯は灯舟の片舷側に一灯，水面上約 1.5m の位置に手動圧縮噴射点灯し，

ii） 電気集魚灯は（水中灯 1000W 白球1コ，水上灯 1000W 白球1コ）3 KW 直流発電機を推進兼用の 6 HP ヤンマヂーゼル運転によつて点灯する。電気（水上，水中）集魚灯は当初同一舷側に配置し，水上灯は水面上，約 1m，水中灯は水面下 15m 位にして水上灯とは照射位置をはなしておき，時間の経過につれて水上灯は火船の中央附近の水中灯の照射位置に近接せしめ，水中灯も次第にひき上げ，網入れ直前には水面下約 4m とする。

結果および考察

1) 漁獲量および単位集魚量の変化と月令および潮流向との関係

集魚灯がその照射光線によつて魚類を集める目的をもつている以上，暗夜に最も効力を発揮することは当然予想されることである。そこで Table 1 から漁獲量と月令との関係を示したのが Fig. 1 (A) および (B) である。すなわち，両暗夜にそれぞれ二，三の漁獲のピークがみられ，これらのピークは，石油灯でも電灯でも月令の5日（朔から上弦に変る頃）もしくは 10 日（上弦と望月の中間頃）の附近と，25〜30 日の所（下弦から朔に移行する頃）にとくに大きい。しかもこれらのピークは，月令の 25〜30 日の時はすべて東流時に，月令の5日附近ではすべて西流時に 10日附近では東西両流時にみられる (Table 1)。また単位集魚

Table 1. Anchovy catch related with lighting hours of fishing lamps under various lunar and tidal conditions.

(Unit of catch: kan = 3.75 kg)

Date (1953)	Electric lamp Catch	Electric lamp Hours	Electric lamp Tide	Kerosene lamp Catch	Kerosene lamp Hours	Kerosene lamp Tide	Age of moon
July 18	190	4.50N	***f***	211	6.66NM	***f***	7.0
〃 20	192	4.75N	E	420	6.90NM	***f***	9.0
〃 20	—	—	—	187	1.66M	***F***	9.0
〃 22	—	—	—	0	5.25N	***E***	11.0
〃 22	—	—	—	150	2.50M	***f***	11.0
〃 29	0	4.90N	***F***	0	6.80NM	F	18.0
〃 29	138	3.75M	***e***	—	—	—	18.0
〃 30	0	5.00N	***F***	25	6.50NM	F	19.0
〃 30	—	—	—	40	1.80M	***E***	19.0
〃 31	47	4.90N	***F***	205	6.51NM	***f***	20.0
〃 31	165	3.16M	*E*	—	—	—	20.0
Aug. 1	247	6.66NM	***f***	217	4.75N	***f***	21.0
〃 1	—	—	—	123	3.40M	F	21.0
〃 2	96	6.10NM	***f***	0	4.66N	***f***	22.0
〃 2	—	—	—	70	3.66M	F	22.0
〃 3	0	4.50N	E	190	8.16NM	***f***	23.0
〃 3	20	1.90M	***F***	—	—	—	23.0
〃 4	260	4.33N	***E***	56	6.00N	E	24.0
〃 4	110	4.50M	***f***	0	1.60M	***F***	24.0
〃 5	336	8.25NM	*e*	336	4.80N	***e***	25·0
〃 5	—	—	—	838	2.00M	***E***	25.0
〃 6	137	4.80N	***e***	234	8.50NM	*E*	26.0
〃 6	8	1.80M	***E***	—	—	—	26.0
〃 7	411	5.80N	***e***	753	4.50N	***F***	27.0
〃 7	671	2.66M	***E***	1,672	2.66M	***E***	27.0
〃 8	357	6.50NM	***E***	129	4.80N	F	28.0
〃 8	589	1.66M	***E***	—	—	—	28.0
〃 9	190	4.50N	F	1,070	8.33NM	***e***	29.0
〃 9	163	2.16M	***E***	—	—	—	29.0
〃 10	173	4.66N	F	778	8.33NM	***F***	0.5
〃 10	0	1.80M	***E***	—	—	—	0.5
〃 12	26	4.66N	***F***	267	7.80NM	F	2.5
〃 13	392	6.00N	F	904	8.66NM	F	3.5
〃 14	831	8.50NM	F	155	5.50N	***F***	4.5
〃 15	539	5.66N	***F***	3,580	8.08NM	F	5.5
〃 16	250	5.50N	***f***	627	8.16NM	*f*	6.5
〃 17	473	5.66N	***f***	1,893	8.16NM	f	7.5
〃 18	255	6.50NM	***f***	804	8.80NM	f	8.5
〃 19	1,288	5.66N	E	2,568	8.66NM	***F***	9.5
〃 20	989	5.66N	***E***	1,730	8.00NM	E	10.5
〃 21	711	5.50N	***e***	715	8.50NM	***e***	11.5
〃 22	401	6.15NM	***e***	446	8.16NM	e	12.5
〃 30	575	5.50N	***f***	836	8.66NM	*f*	20.5

N: Before 2:00 a.m.
M: After 2:00 a.m.
NM: All night.
F, ***E***: Flow (or ebb) throughout the fishing hours.
F, *E*: Flow (or ebb) followed by ebb (or flow) both for nearly the same duration.
F, E: Flow (or ebb) of a longer duration than the following ebb (or flow).
f, ***e***: Flow (or ebb) of a longer duration than the preceding ebb (or flow).
f, *e*: ***f*** or ***e*** followed by ebb (or flow) again.
f, e: Flow (or ebb) of a shorter duration than the preceding ebb (or flow) and followed by ebb (or flow) again.

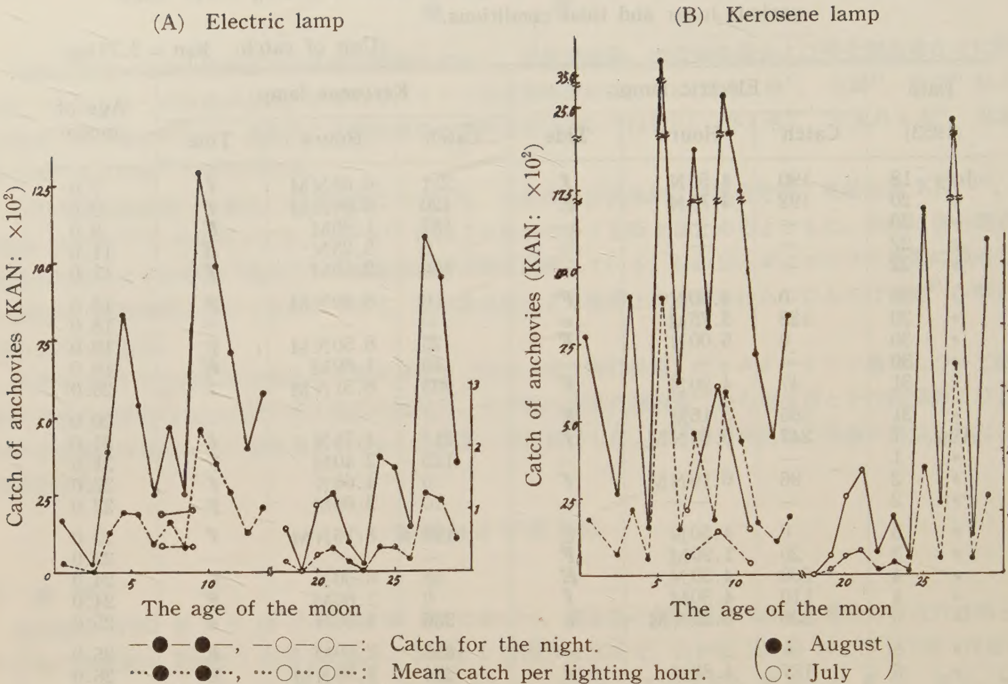
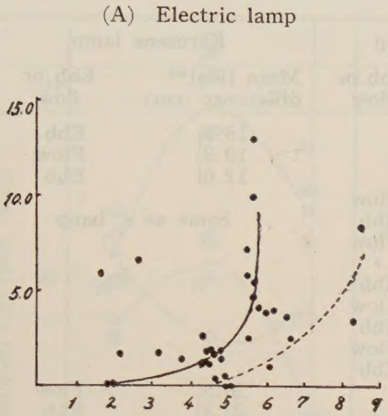


Fig. 1. Relation between the anchovy catch by kind of fishing lamp and age of the moon.

量（漁獲量 ÷ 集魚時間とし以下同じ）からすると，とくにピークが大きいのは電灯では月令の 9.5 日と 27 日に，石油灯では 5.5日 と 27 日にみられ，いづれも 2 つづつある。月令の 1〜10 日では両灯でやや違いがあるが，月令の 25〜30 日ではよく一致しており，月令の 25〜30日の 2 回集魚よりもその 1〜10 日 1 回集魚の方が，漁獲量において大きくなつていることも，両灯の共通する点である。これは月令 10 日附近で流向のいかんにかかわらず好漁のあつたことにもよるであろう。

2) 集魚時間による集魚量とその特例について

この調査に用いられた 2 種の集魚灯の点灯時間による漁獲状況を Fig. 2 (A) および (B) に示した。集魚灯点灯時間はその時の漁況や天候によつてきめられるものであるが，一定条件の下では一応集魚量は点灯時間の函数とみることができる。ただし，短時間点灯で 500 貫以上の漁獲があつたり，あるいはかなり長時間点灯しても全く漁獲がないか，ごく少量の漁獲しかないようなばあいがあるが，これは当然前者は暗夜に，後者は月明の夜に予期されることである。事実 Table 1 にみられるように，月令 25〜29 日には 2 時間内外の点灯で豊漁があり，しかもこの時が大体西流時に合つており，また月令 11〜23 日には漁獲皆無の例が電灯で 3 回，石油灯で 4 回もみられ，いづれも東流時に合つている。そこで Fig. 2 (A) および (B) で一応まず，このような特異例以外の一般的な状態と考えられる漁獲例についてみると，一操業日の点灯集魚可能時間は最大 8〜9 時間であるから，石油灯では大体時間一杯使用し，電灯では 5〜6 時間およそ半夜使用のばあいが多いことになる。これは電灯をつけている灯舟が漁獲物運搬にも利用されていることと後にのべる使用慣習とによるためで，これが両灯間における集魚時間の人為的差異となつているわけである。この際の集魚時間による漁獲量を集魚の時間的変化とすると，両灯いづれも大体抛物線型の集魚経過を示すようである。



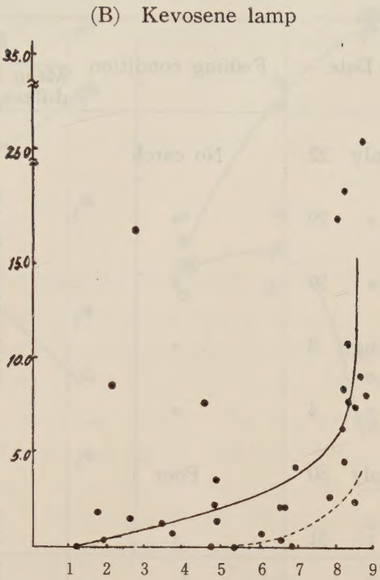


Fig. 2. Relation between the anchovy catch and the length of light fishing hours.

そして石油灯のばあい，6時間位から次第に増加し，8時間で急増しており，電灯の場合は 5〜6 時間で急上昇するカーブの経過が推察される。この両灯間の異つた集魚経過は集魚灯の種類によるものか，または前記の人為的な集魚時間の制限によるものか明らかではないが，この両灯の集魚曲線の変曲点が大体の集魚終了の時間に当つていることは注目すべき所であり，この漁場で集魚のための点灯時間を，5〜6 時間にしても特異の状況が突発しない限り，有効な漁獲が期待されよう。したがつて漁獲物運搬や操業の条件がより能率化されれば，2回集魚（操業）もさらに有利になるものと考えられる。

つぎに前述の特異例について，潮汐の経過および月とその日の漁況との関係を検討してみた。すなわち操業日の点灯終了前の大体朝から 3〜4 回の干満両潮位差/両潮位指示時刻間に要した時間（以下平均潮位変移度と呼ぶことにする）を香川県潮汐表[14]から計算し，その時間的変化を潮汐の経過とした。そしてこの平均潮位変移度の時間的変化を特異の漁況，たとえば好漁（500 貫以上/2〜4 時間または 1000 貫以上/ 8時間以上点灯)，不漁（50 貫以下/ 4〜5 時間，または 300 貫以下/ 6時間以上点灯）および無漁の3つにわけて Table 2 に示した。

Table 2 にもとづいて漁況と潮汐経過との関係をプロットし時間的に最も接近している各点の間にカーブを求めると Fig. 3 のようにそれぞれ特異の型を示している。すなわちこの特異漁況における不漁と無漁にあつては，潮位差（平均潮位変移度）が一方向に増大または減少しているばあいにおこり，好漁は低高低の山型または中間低の谷型（長時間点灯）を示すばあいにおこつている。

一方，月および大，小潮との関係を調べたところ，月との関係は順当に暗夜に好漁となつているが，透明度の小さいはずの大潮，長潮に好漁，透明度の大きいはずの中，小潮に不（無）漁の現象がみられた。

この例は田内[1] の結果とも異なり，これが特異なためか，あるいは，内海と外海との漁況におよぼす要因差によるものか不明である。

Table 2. Relation between fishing condition* and tidal variation.

Date	Fishing condition	Electric lamp		Kerosene lamp	
		Mean tidal** difference (cm)	Ebb or flow	Mean tidal** difference (cm)	Ebb or flow
July 22	No catch			18.3 19.3 12.0	Ebb Flow Ebb
〃 29	〃	20.5 30.2 34.1	Flow Ebb Flow	Same as e. lamp	
〃 30	〃	23.1 28.8 33.1	〃 Ebb Flow		
Aug. 3	〃	21.7 21.3 14.7	Ebb Flow Ebb		
〃 4	〃			20.5 23.3 6.7	Flow Ebb Flow
July 30	Poor			Same as e. lamp on no catch	
〃 31	〃	26.3 26.6 29.6	Flow Ebb Flow	Same as e. lamp	
Aug. 1	〃	24.1 24.1 23.8	〃 Ebb Flow		
〃 2	〃	22.9 18.9 18.0	〃 Ebb Flow		
〃 3	〃			Same as e. lamp on no catch	
〃 18	〃	21.1 14.2 10.3	Flow Ebb Flow		
Aug. 5	Good (500KAN</2~4hrs)			17.5 22.0 12.5	Ebb Flow Ebb
〃 7	〃	19.4 27.4 24.0	Ebb Flow Ebb	Same as e. lamp	
〃 8	〃	20.8 30.4 21.5	〃 Flow Ebb		
〃 9	Good (1000KAN</8hrs<)			21.9 31.6 23.3	Ebb Flow Ebb
〃 14	〃			23.0 21.5 26.7 24.6	Flow Ebb Flow Ebb
〃 17	〃			23.6 16.5 18.1 22.1	Flow Ebb Flow Ebb
〃 19	〃	19.3 12.0 8.7	Flow Ebb Elow	Same as e. lamp	
〃 20	〃	16.5 19.7 12.6	Ebb Flow Ebb	Same as e. lamp	

* Indicated on the basis of catch of 500 KAN per lighting of 2~4 hrs. (1 KAN=3.75 kg)

** Difference of the levels of two consecutive tides divided by the duration (hours) between two tides based on data by the Takamatsu Meteorological Observatory, 1953.

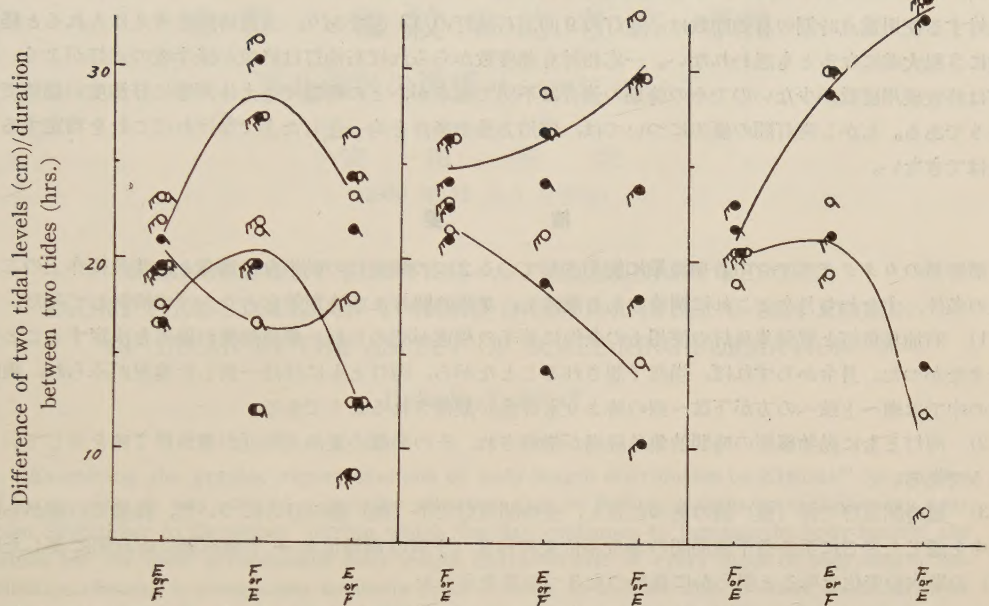


Fig. 3. Fishing conditions related with variations of the tides from morning to morning.

3) 点灯時期からみた両集魚灯の比較

播磨灘における本県カタクチイワシ巾着網漁船は大体日没直前に漁場に到着し，薄暮時をやや経過した時に点灯集魚を開始することにしている。ここで一夜を点灯開始〜翌朝2時（点灯6時間以内）の集魚を N（前半夜）とし，Nの漁獲終了後，再び点灯して朝まで集魚の場合を M（後半夜），終夜点灯集魚した場合を NM 等のような記号で現わし，この3つの時期の中で，どの時期が漁撈操作上その他で有利であるかを集魚漁獲量から両灯について比較考察してみた。各時期別の日別漁獲量から単位集魚量を算出し，これを4階層に区分し，漁期中のその度数をとると Table 3 の通りになる。前述のように電灯と石油灯とでは明らかに主な使用時期が異なり，電灯は前半夜集魚（N）に，石油灯は終夜集魚（NM）に向けられていることがこの表の数字にも示されている。したがつて，この場合の電灯と石油灯の優劣については，この条件をまず考慮した上で比較検討をする必要がある。今ここで 50 貫以上の単位集魚量のあつた時を有効集魚とし，50貫未満のそれのあつた時を不利集魚とすると，時期毎の，相対有効度数（有効集魚回数/時期別使用回数 × 100）は電灯の場合には N で 45.0%，M で 44.4%，NM で 43%，石油灯の場合には N で 25%，M で 50%，NM で 65% となる。もつとも両灯とも各時期に無作為に使用されてはいないのだからこの数字をそのまま比較することは危険である。ただ両灯の重点使用時期のみ（Nと

Table 3. Frequency of the anchovy catch by quantitative intervals for different parts of the night.

		(KAN) 0〜	(〃) 10〜	(〃) 50〜	(〃) 100〜	Total number
Electric lamp	N	4	7	5	4	20
	M	2	3	2	2	9
	NM	0	4	3	0	7
	Total no.	6	14	10	6	36
Kerosene lamp	N	3	3	1	1	8
	M	1	3	1	3	8
	NM	2	5	7	6	20
	Total no.	6	11	9	10	36

NM) についてみると，それぞれの上記の割合からすれば，石油灯の方が有利にみえるが，総作業回数 36 回に対する使用重点時期の有効回数は，電灯の 9 回，石油灯の 13 回であり，点灯時間を考えに入れると経済的にさ程大差になるとも思われない。一応相対有効度数からみれば石油灯は終夜か後半夜の点灯がよく，電灯は終夜使用度数が少ないのでその時期の適否は不明であるが，どの時期でも大体同等に好漁度が期待できそうである。しかし両灯間の優劣については，使用方法や条件を均一化した上でなければこれを判定することはできない。

摘　　要

播磨灘のカタクチイワシ巾着網漁業に使用されている 2 つの集魚灯の効果を漁獲量と，集魚操作上の二，三の条件，すなわち月令とこれに関連のある潮汐と，集魚時間および時期等をとり上げて検討してみた。

1) 石油集魚灯と電気集魚灯の使用上の条件に若干の相違が認められ，集魚効果の優劣を決定することはできなかつた。月令からすれば，当然予想されることながら，両灯ともにほぼ一致した漁況がみられ，両暗夜の中では朔〜上弦への方が下弦〜朔の時よりも好漁が期待されるようである。

2) 両灯ともに抛物線型の時間的集魚経過が推察され，その曲線の変曲点附近が集魚終了時を示しているようである。

3) 短時間点灯で好（豊）漁のあつた日と，長時間点灯で不（無）漁の日とについて，操業日の朝から操業中を通じた翌日に至る各干満潮間の単位潮位変異移度（干満の両潮位差 ÷ 干満両潮位時刻間に要した時間）の順次の変化をみると明らかに異なつた 3 つの型を示した。

4) ごく豊漁の現象は，電灯でも石油灯でも下弦〜朔の月令終期の東流時に多く，月令初期には，西流時に一度みられた。

またごく不漁の現象は，主として中期から終期にかけて（〜望〜下弦）の上げ潮の絶対時間の長い時に 5 回，下げ潮時には 2 回みられた。

5) 一夜を N（前半夜），M（後半夜），および NM（終夜）の 3 つの集魚時期に分けて，その時期別の相対有効集魚度数（総操業回数に対する単位集魚量 50 貫以上の漁獲のあつた回数の百分率）をみると，電灯ではほとんど差がなく，石油灯では NM，M，N の順で両灯とも時期別に使用度数が異なるが，使用の重点をおかれたと思われる時期が最も大きかつた。

文　　献

1) 田内森三郎・林　寿：水講試験報告，**21** (4)，1926.
2) 宮崎千博：本誌，**16** (6)，1950.
3) 前田　弘：魚類学雑誌，**1** (6)，1951.
4) 香渡　昭：昭和 31 年度香川水試事業報告，1957.
5) 村山敏三・大石保矩・川本信之・尾崎久雄・竹田正彦：水産研究会報，No. 3，1950.
6) 川本信之・尾崎久雄・小林　博・小西治兵衞・宇野　寛：——，No. 4，1952.
7) 川本信之・長田助勝・仁木　正：——，No. 5，1953.
8) 岡　正雄：本誌，**16** (6)，1950.
9) 水産研究会漁業班・科学研究所・南邦水産 K.K.：水産研究会報，No. 1，1948.
10) ——・——・——：——，No. 2，1949.
11) 村山敏三・大石保矩：——，No. 3，1950.
12) ——・——：——，No. 4，1952.
13) 佐々木忠義：集魚灯（その理論と応用），イデア書院（東京），1953.
14) 高松地方気象台編：香川県潮汐表，1953.

魚群の輪紋学的考察—予報
東北海区の漁獲サンマについて

安田秀明

(1960年11月7日受理)

GRANOGRAPHY FOR FISH—A PRELIMINARY REPORT. SAURY PIKE STOCKS IN TOHOKU (NORTH-EASTERN) SEA REGION OF JAPAN IN THE ASPECT OF SCALE-RING FORMATION

Hideaki YASUDA*

Examining the graphic representations of body-length distribution by KIMURA[3] for catches of saury pike, it was noticed a peculiar situation that in fishing seasons extending every year from September to December, during which the fish continues to increase in body-length, the values for the most predominant body-length characteristic of every mode of body-length distribution changes in some cases suddenly from a route to another and in other cases stepwise from a higher level to a lower (see Fig. 1).

In the light of the relationship found between body-length and time of scale-ring formation or granographically assessed age of saury pike, which is now in preparation to be published, the abovementioned peculiar phenomena about body-length distribution were interpreted as a reflection of that any school of saury pike is possible to be replaced by or mingled with that of another age. As to the fishing ground where such replacing or mixing is realized, its yearly change in geographic position seems to be negligible. It may be regarded, therefore, that a school of saury pike temporarily form separate schools on the way of their migration toward the north and the south along the coast of Japan proper.

サンマは体長の広範囲にわたる周年の試料が得られないので，漁獲魚の体長組成に関する山の位置に相当する体長値の季節的変化からは成長曲線を決定することが困難である。

著者はサンマの円鱗に現われる輪紋は1年に2回，2月と9月とに形成されることを知つた。

5月（日本海）と10月（太平洋）に漁獲されたもの鱗からそれぞれの輪紋が形成されたときにおける過去の体長を求め，その計算体長と輪紋が形成された月との間の関係から成長曲線を求めた[1]。

漁獲魚の成長の季節的過程を示す図の上に計算体長の結果を重ねて書くと10月の試料によるものは体長の小さいほうから数えて奇数番目の成長曲線の上にあつて，これは夏生群と推定され，5月の試料によるものは偶数番目の曲線の上にあつて，これは冬生群と推定された[2]。

年令を査定するために鱗縁に並行に現われる完全な輪紋のほかに不完全なもの，不明瞭なもの，ごく接近したものなど，すべての輪紋を測定し鱗長に対する比輪紋長を計算した。多数の鱗についての頻度分布を描いた曲線の型は夏生群と冬生群とで著しい違いが認められた。この種の曲線は種族系統の違いを判定する1つの決め手となるもので，魚群の生活履歴曲線と名付けることが適当であると考えられる。

本文においては輪紋の特徴を研究した上述の結果を適用することによつて，盛漁期のサンマ群の体長組成の峯の移り変わりを2つの種族系統群の相互混合，すなわち漁期と漁場の移動に伴なう混合と，別の年令魚との交代として説明し，魚群の住み分けについて若干の知見を得たので報告する。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo).

木村[3)]は棒受網で漁獲され塩釜港に陸揚された昭和 24～32 年のサンマについて，9～12 月の旬別体長組成の変化を調べ，体長 25～29cm に出現頻度の峯をもつ中型魚と 29～32cm に峯をもつ大型魚とに分けて体長組成の峯が漁期に応じて増・減する現象を魚群の漁場における添加・離脱として資源学的に説明した。

木村氏の論文第 15～17・20・22～25 および 29 図から漁獲サンマの旬別体長組成に関する峯の位置を読みとつて，漁期の推移とともに体長が増大の傾向にある昭和 24・27 年（A型群）の大型魚と，昭和 24・25 年（D型）の中型魚，体長が減少の傾向にある昭和 29・30・32 年（B型）の大型魚と，大型魚が多量には共存しなかつた昭和 26・28・31 年（C型），大型魚と共存した昭和 27・29・30・32 年（C型）の中型魚とをたがいに分けて，それぞれの体長の月別，旬別の平均値を求め，これを図示して Fig. 1 を得た。これに著者がさきに得たサンマの成長曲線から終漁期頃の年令を数えたものを Fig. 1 の右のほうへ書き込んだ。3.5 年魚と 2.5 年魚とあるのは夏生群で，3 年魚と 2 年魚は冬生群である。

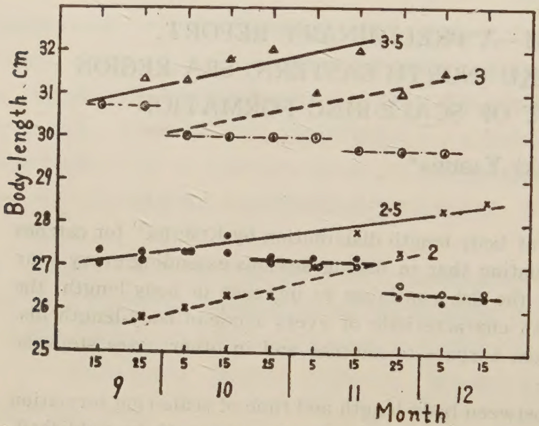


Fig. 1. Seasonal variations of the most predominant body-length observed for saury pike caught in Tohoku Sea Region. The numerals in the figure stand for assessed ages, 3.5 and 2.5 being assigned to the fish hatched in summer and 3 and 2 to those hatched in winter.

△: 1949, '52 (group A), ⦿: '54, '55, '57 (B)
○: '52, '54, '55, '57 (C), ●: '51, '53, '56 (C)
×: '49, '50 (D).

A型群は 3.5 年魚と 3 年魚とが，D型群は 2 年魚と 2.5 年魚とがいずれも漁期の後半で交代したものと考えられるが，B型群でははじめ 3.5 年魚だけであつたものが，3 年魚と混合し，つづいて 3 年魚だけとなり，さらに 3 年魚と 2.5 年魚とが 10 月中旬と 11 月中旬との 2 回にわたつて混合していると見られる。C型群では初漁期の 2.5 年魚が 10 月下旬に 2 年魚と混合し，11 月中旬には 2 年魚だけとなり，つづいて 1.5 年魚と混合したものと考えられる。

昭和 24 年の漁獲魚の体長群は（A・D），27 年は（A・C），29・30・32 年は（B・C）の組合わせであるが，25 年は（D），26・28・31 年は（C）だけであつた。同じ年に（B・D）の組合わせが起らないのは，主群の 2.5 年魚が共通していることによるものと思われる。

Fig. 1 から次のことが知られる。

（1） 漁獲魚の体長組成の峯の位置に大きい変化がおこる時期はだいたい高年魚のあいだでは早く，低年魚のあいだでは遅い。

（2） 大型魚と中型魚とでは違つた時期に混合なり交代なりが起つている。

（3） 中型魚に混合・交代のおこる時期は，大型魚の有無に関係しない。これらの関係は年度別に見てもまつたく同様であつた。

なお，（4） 初漁期の体長組成からその年の漁獲魚の体長組成の型を予知することができるはずである。

体長組成の型が A・D のような交代型になる場合と，B・C のような混合型になる場合とに相当する漁場の位置の違いを調べるために，同じ木村氏の論文から 9 月中～下旬の漁場図を写しとつて，体長組成の型 A・B・C および D の年度別に，それぞれ 1 つの閉じた曲線で囲んでみると Fig. 2 のようになる。すなわち，大型魚，中型魚いずれも初漁期に道東区特に 41° 以北，145° 以東に張り出した漁場からはじまつて，南下する場合にはいずれの年にも大型魚では A 型，中型魚では D 型となつて，ともに交代型になつていることが知られた。

房州から熊野灘に至る地域の定置網で漁られるサンマの漁期は 10 月から翌年の 8 月におよんでいる。9～

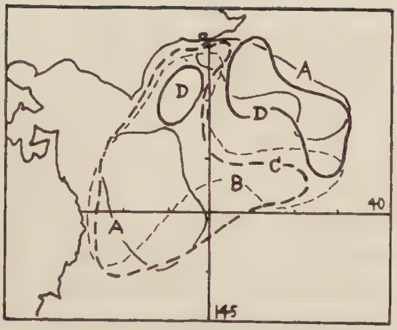


Fig. 2. Yearly invariable geographic positions of fishing grounds for saury pike of different stocks in an early fishing season (1947～1957). Capital letters in the figure stand for different fish stocks.

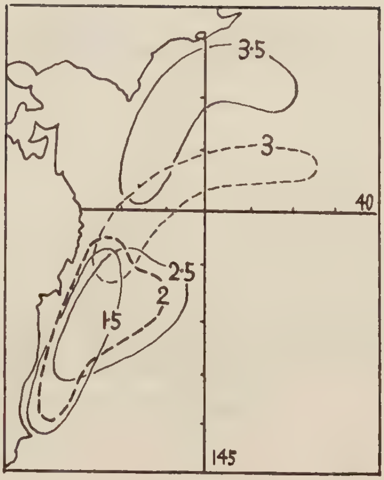


Fig. 3. Yearly invariable geographic positions of fishing grounds for saury pike of different ages at the time of sudden change of body-length distribution, the drawing for the fish aged 3.5 exceptionally showing the fishing grounds in an early fishing season.

The numerals in the figure stand for assessed ages of saury pike, 3.5, 2.5 and 1.5 being assigned to the fish hatched in summer and 3 and 2 to those hatched in winter.

12 月に東北の漁場で漁られるサンマ群は主として前記の地域から北上したものと考えられるが，魚群についての混合・交代のおこる時期が主として年令によつて違うこと，同じ年令群でも初漁期の漁場の位置に関係してその年の体長組成の型が違うことから，魚群の北上の限界が年令と海況によつて同じではないものと考えられる。

この点を確かめるために，体長組成に急な変化の起つた時期の前後の年令別から見た漁場の位置と 3.5 年魚の初漁期の漁場の位置とを同じ木村氏の論文の図から写しとつてそれぞれの年度について整理的に集め，そのいずれの年にも共通な漁場だけを選んで曲線で囲んでみた (Fig. 3)。

魚群の混合・交代の始まる漁場の位置は夏生群・冬生群ともに高年魚のものは北部にあり，低年魚のものは南部にある。漁期と漁場の移動に伴なつて回遊がそれぞれの魚群の停留した位置から始まり，または終つている場合のあることを考えると (Fig. 1 参照)，系統と年令とによつてだいたいの住み分けが行なわれるものと見られる。回遊範囲は 3.5, 3, 2.5, 2 年魚についてはほぼ同じで，ともに大きく，1.5 年魚については極めて小さいといえる。

文　　献

1) 安田秀明・ほか 7 人: 日本産主要魚類の成長—VI サンマ. 本誌, **27** (3), 1961.
2) ——: 鱗の輪紋の研究—IV 種族の系統判別への利用，未印刷.
3) 木村喜之助: 東北海区サンマ漁況に対する資源学的考察. 東北海区水産研究所研究報告 **14**, 1960.
4) K. Kimura: A population study on autumn Pacific Saury (*cololabis saira*) in the North-Eastern sea of Honshu, Japan. Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, No. **14**, 1960.

硬骨魚眼の鎌状突起ならびにその他の関連構造について—III.
眼内血管の形成

羽生 功

(1961年2月22日受理)

ON THE FALCIFORM PROCESS, VITREAL VESSELS AND OTHER RELATED STRUCTURES OF THE TELEOST EYE—III.
FORMATION OF INTRAOCULAR BLOOD VESSELS

Isao HANYU*

Developmental processes of teleostean intraocular structures were studied in *Salmo gairdnerii irideus* and *Channa argus* which have falciform process and vitreal vessels, respectively.

In *Salmo*, an intraocular vascular net originating from the hyaloid artery appears temporarily around the hatching stage and covers the whole retina just as the vitreal vessels do. When it degenerates succeedingly, its communication with the choroid through the embryonic fissure develops in turn and forms the definitive falciform process, being accompanied by pigmentation commencing from the lens muscle.

In *Channa*, however, there occurs no degeneration of intraocular vessels at any stage. To branches developing over the retina is added a peripheral annular vessel along ora terminalis and the embryonic fissure closes from the optic disc to the base of the lens muscle. Thus the definitive vitreal vessels are completed.

In both cases, the main vessel supplying the lens muscle is not present at first. Later, from branches along the embryonic fissure, it becomes separated and grows in size, concurrently with the development of the lens muscle.

緒　言

硬骨魚の眼内血管に関する発生学的研究としては，VON KITTLITZ[1] が Bachforelle** につき復構法によつて調べた結果があるだけである。Bachforelle では卵黄吸収に至るまでに，硝子体内に特殊な血管網 Glomerulus des Glaskörpers が一時的に出現，消失するが，その残余はやがて発達する鎌状突起内の血管に移行するものと看做された。

著者は Bachforelle に近縁なニジマス *Salmo gairdnerii irideus* につき鎌状突起の形成過程を検討するとともに，カムルチー *Channa argus* につき，従来明らかでなかつた vitreal vessels の形成過程をも追求したので，その結果を報告する。

材料および方法

ニジマスの卵および稚仔は孵化場において入手し，カムルチーの稚仔は産卵後室内水槽に保ち飼育したものから採取した。BOUIN 氏液にて固定，大型の稚仔では頭部のみをパラフィン包埋，7～10μ の連続切片と

---

* 名古屋大学農学部 (Fac. Agr., Nagoya Univ., Aichi, Japan).

** 明記されていないが *Salmo trutta fario* であろう。

なし，ヘマトキシリン・エオシン二重染色を施した。また胚体は固定後，卵膜，卵黄より離して包埋した。特にニジマス稚仔の場合は，フォルマリン固定後，角膜を切除し，硝子体内の血管を直接観察することもできた。

観 察 結 果

A. ニジマス

体長 9 mm 孵化前，受精から卵黄吸収までの 2/5 経過，視神経の腹側に沿つて入る血管 hyaloid artery が，未分化の網膜の内面に若干の分枝を送つて簡単な血管網をなし，また眼裂 embryonic fissure を通じて外側の未発達な脈絡膜とも交通する (Plate I, Fig. 1-a). 眼内の分枝はレンズの下方において1本に集り眼裂に沿つて走るが，眼裂の末端部上縁の癒合によつて形成されるレンズ筋* の下で反転し，腹側の血管に連なる (Plate I, Fig. 1-b). 体長 12～14 mm 孵化直後，受精から卵黄吸収までの 3/5 経過。血管網は非常に発達し，網膜のほとんど全面を元からやや離れて蔽う (Fig. 1-A). また，ほぼ完成したレンズ筋におよぶ血管が，少なくとも眼裂の末端部においては明らかである。網膜各層の分化も進む。

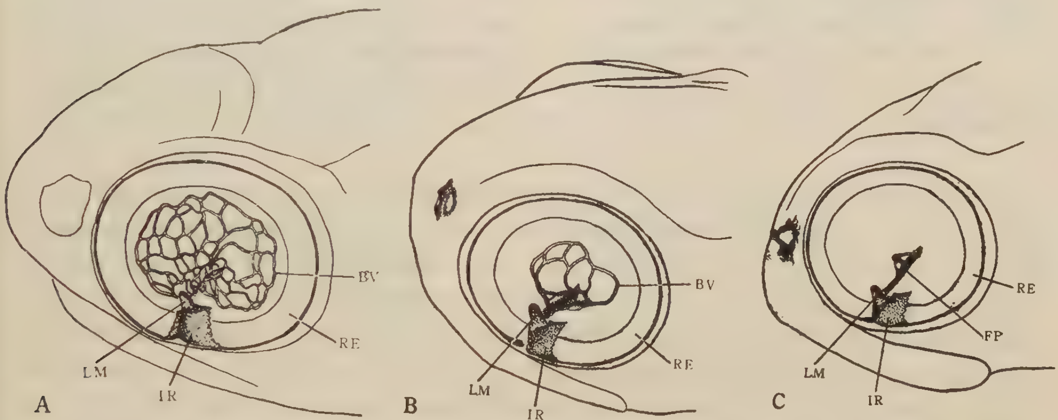


Fig. 1. Intraocular blood vessels of the larva of *Salmo gairdnerii irideus*. A, body length 12 mm. (just hatched); B, b. l. 17 mm.; C, b. l. 21 mm. (with yolk sac disappearing). BV, blood vessel; FP, falciform process; IR, iris; LM, lens muscle; RE, retina.

体長 16—17 mm 孵化後 10 日，受精から卵黄吸収までの 3/4 経過。硝子体内の血管網はかなり退化し，かつレンズ裏面に近接する (Fig. 1-B). これに対して下方の眼裂に沿う部位が発達し，レンズ筋よりおよんだ色素沈着のために著明となる。切片の観察によると，特に隆起した眼裂後縁に沿つて走る数条の血管やこれらから分れて眼裂内へ向かう枝が随所に認められ，脈絡膜との交通が明示される (Fig. 2; Plate I, Fig. 2).

体長 21—22 mm 孵化後 20 日，卵黄吸収。硝子体内の血管網はわずかに痕跡を残すのみとなる一方，眼裂に沿つて黒く膜状の鎌状突起が成体におけるとほとんど同じ状態で示される (Fig. 1-C; Plate I, Fig. 3). 全体におよぶ著しい色素沈着のために前段階のように明確ではないが，レンズ筋へ入る太い主管とこれより出て脈絡膜へ向かう細い交通枝がそのなかに認められる。

B. カムルチー

体長 4 mm 孵化直後，受精から卵黄吸収までの 1/3 経過。ニジマスの初期段階と同様に，ごく少数の太い血管が硝子体内に分布する (Plate I, Fig. 4).

---

* NUSSBAUM は *Salmo salar* につきレンズ筋の形成過程を詳述した[2]。

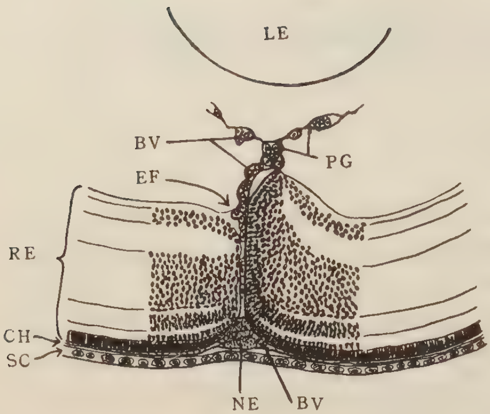


Fig. 2. Blood vessels around the embryonic fissure shown in the sagittal section of 16 mm. larva of *Salmo gairdnerii irideus*. CH, choroid; EF, embryonic fissure; LE, lens; NE, nerve for lens muscle and iris; PG, pigment; SC, sclera. Other letterings as before.

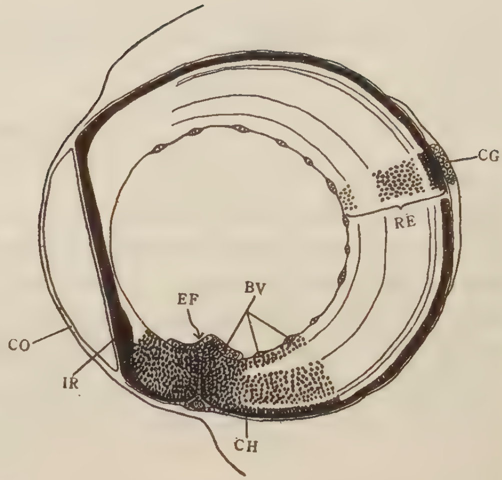


Fig. 3. Blood vessels of the eye shown in the cross section of 7 mm. larva of *Channa argus*. Fine vessels are distributed over the inner surface of the retina. CG, choroidal gland; CO, cornea. Other letterings as before.

体長 7 mm 孵化後4日，卵黄吸収，ようやく分化した網膜の内面に極めて細い血管が比較的疎に分布する。これらの血管は辛うじて血球1コを容れる程度のものが多いが，少なくとも腹側の網膜縁 ora terminalis においてはやや太い血管がある (Fig. 3). またこの附近では眼裂を通じてかなり発達した脈絡膜との交通も明らかに認められる。未完成のレンズ筋に入る主管はいまだ識別されない。

体長 10 mm 孵化後 12 日経過。この段階ではすでに眼裂の癒合が起つている。視神経乳頭からやや隔たつた矢状断切片においては，眼裂が腹側網膜の全層を通ずる一不連続線として認められるが，乳頭に近い切片においては Plate I, Fig. 5 に見られるごとき網膜内層の連続部，換言すれば眼裂の癒合部があり，さらに乳頭に近接すれば，この癒合は全層におよぶ。かくして乳頭から始まつたと考えられる眼裂の癒合は，この段階では，網膜内面において乳頭～網膜縁間の 1/8 に達している。血管分布も進んでレンズ筋に達する主管が少なくとも残存眼裂の末端部上縁に沿つて認められ，また網膜縁上を走行する太い環状血管の存在もおおよそ明らかとなる。

体長 12～14 mm 孵化後 18 日。この段階を模式的に Fig. 4 に示す。眼裂の癒合は前より進んで乳頭～網膜縁間の約 1/3 に達する。網膜面に分布する血管は依然として細いが，レンズ筋に入る主管や網膜縁の環状血管，さらにこれと連絡する ventral choroidal vein などが確認されて，成体におけると同様な血管分布が示

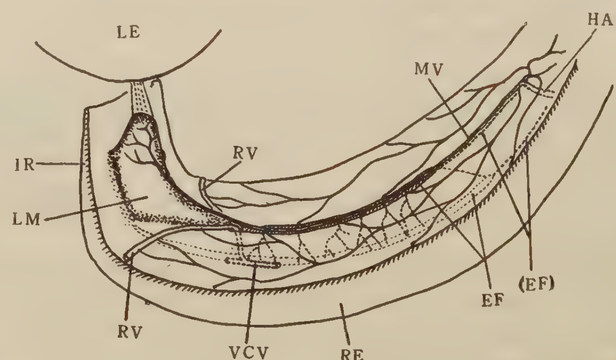


Fig. 4. A diagram showing the blood vessels in the ventral part of the eye in 14 mm. larva of *Channa argus*. Intraocular vascularization is almost completed, while the embryonic fissure still remains, only 1/3 of its length having closed. HA hyaloid artery; MV, main vessel; RV, annular vessel; VCV, ventral choroidal vein. Other letterings as before.

される。残存眼裂の断面を Plate I, Fig. 6 に示す。

なお，眼裂の癒合はその後引続き進行して乳頭～網膜縁間の 4/5 に達し，終生残存するのはレンズ筋の基部のみとなる。

論　　議

形成途上の眼球内に現われる hyaloid artery が，カムルチーでは網膜上に分枝して成体の vitreal vessels へと発達するのに対して，ニジマスや Bachforelle ではいつたん血管網を形成したのちに退化して眼裂に沿う鎌状突起へ移行する事実は興味深い。

ニジマスにおけるこの一時的な血管網は網膜よりやや離れる点，主管が未分化である点を除けば，筆者がさきに報告した[3] D 型鎌状突起または E-a 型 vitreal vessels に類似する。von Kittlitz[1] は Bachforelle で，上部の血管網に次いで，やはり一時的に発達する下部血管の残余が鎌状突起内の血管になると推測したが，ニジマスについての観察からは，残余ではなく，血管網の退化につれて発達した脈絡膜との交通枝が主体となつて鎌状突起を形成するものと考えられる。このさい並行する色素沈着のために，von Kittlitz[1] も述べているように，細小血管は識別され難くなるけれども，鎌状突起内の豊富な血管分布は検眼鏡による眼底検査[3] から明らかである。

一方，カムルチーの場合も，網膜上の分枝は初め E-a 型 vitreal vessels に似た分布様式をとるが，やがて環状血管が形成され，かつ眼裂の癒合も視神経乳頭下からレンズ筋基部に進み E-b 型 vitreal vessels[3] が完成する。この癒合によつて眼裂を通ずる交通枝が失なわれ，レンズ筋に入る主管以外の網膜上の分枝はすべて環状血管に入ることになる。

ニジマス，カムルチーいずれの場合でも成体に見られる独立的な主管[3] が初めから存在するのではない。Bachforelle の場合も同じであるという[1]。主管は，眼裂末端部の内側に形成されるレンズ筋の発達につれて，眼裂附近を走る分枝のなかから分離独立してくるものと見られる。

hyaloid artery に由来するこれらの諸血管と連絡する脈絡膜内血管の走行は良く分からないが，レンズ筋から出る静脈，ventral choroidal vein のみは末端部の眼裂下縁に接して通常容易に認められる。

要　　約

ニジマスおよびカムルチーにつき眼内血管の形成過程を追求した。

1. ニジマスでは，孵化前後の時期に vitreal vessels に類似した血管網が一時的に発達してほとんど網膜全面を蔽う。血管網が硝子体中に離れつつ退化すると，眼裂を通ずる交通枝が発達して行き，また色素沈着がレンズ筋よりおよんで膜状の鎌状突起が形成される。

2. カムルチーでは，ほぼ同じ時期に血管の退化は起らず，網膜全面に送られる細い分枝に加えて，網膜縁に沿う環状血管が形成され，一方，眼裂の癒合も視神経乳頭下から始まつて漸次末端に進み，E-b 型 vitreal vessels が完成する。

3. いずれの場合でもレンズ筋に入る主管は初めから存在するわけでなく，レンズ筋の発達につれて，眼裂に沿う分枝のなかから分離独立する。

終りに，御校閲を賜つた田村保教授，材料を提供された板沢靖男講師，岐阜県水産試験場の各位に厚くお礼を申し上げる。

文　　献

1) von Kittlitz, A. F.: *Anat. Hefte, Abteil* **1**, 32, 279-305 (1907).
2) Nussbaum, M.: *Arch. f. mikr. Anat.*, **58**, 199-230 (1901).
3) 羽生　功: 本誌, **25**, 595—613 (1959).

Explanation of Plate I.

All are sagittal sections. Lettering is referred to the text.

Fig. 1. Intraocular blood vessels in 9 mm. embryo of *Salmo gairdnerii irideus*.

—a, proximal (near the optic disc) part. × 180.

—b, distal part, also showing the developing lens and lens muscle × 180.

Fig. 2. Blood vessels around the embryonic fissure in 16 mm. larva of *Salmo*. × 140.

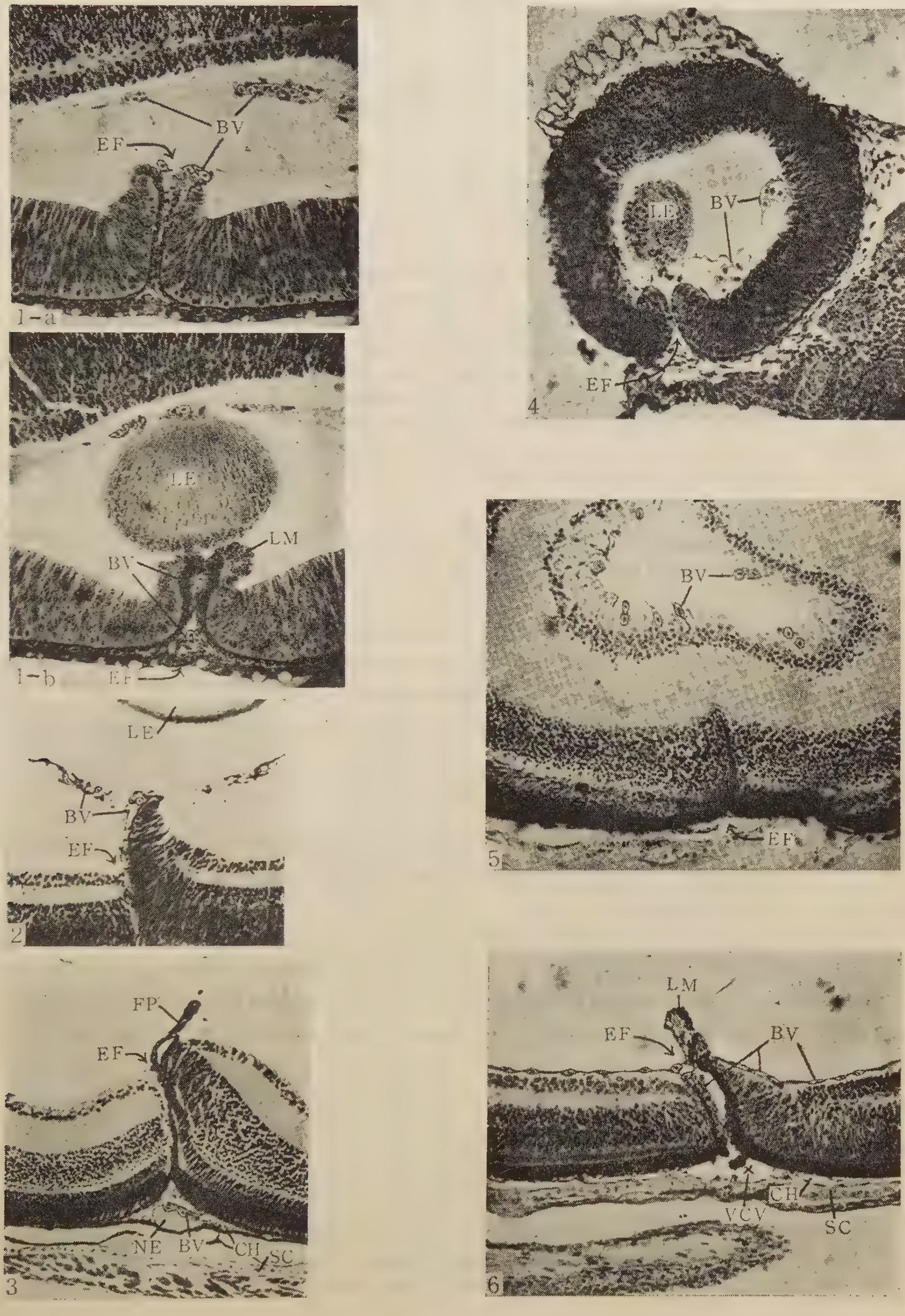
Fig. 3. Falciform process nearly completed in 22 mm. larva of *Salmo*. × 140.

Fig. 4. Intraocular blood vessels in 4 mm. larva (just hatched) of *Channa argus*. × 260.

Fig. 5. Partial closing of the embryonic fissure in 10 mm. larva of *Channa*. Note that the embryonic fissure has closed as far as the inner plexiform layer of the retina. × 260.

Fig. 6. Distally remaining embryonic fissure, through which the intraocular vessels communicate with the choroid, in 14 mm. larva of *Channa*. × 140.

Plate I.


BV
EF
1-a
LE
LM
BV
1-b
EF
LE
BV
EF
2
FP
EF
NE
BV
CH
SC
3
LE
BV
EF
4
BV
EF
5
LM
EF
BV
CH
VCV
SC
6

硬骨魚の椎体長曲線について*

山 田 鉄 雄

(1961 年 2 月 28 日受理)

ON THE VERTEBRAL LENGTH CURVE OF TELEOSTS

Tetuo YAMADA**

The author has examined the vertebral length curves (VLC) of one hundred species of teleosts, mainly perciform fishes, and got the following results:

1) It seems that the fishes examined at present have their own type of VLC respectively, so VLC may be useful for the systematic study of fishes.

2) VLC of fishes vary gradually according to the progress of body growth, but in some fishes such as mackerels, dorados, etc., they are unvarying.

3) VLC of fishes may be divided into three main groups, the premodal, the postmodal and the bimodal being supposed to have close systematic relations each other.

4) VLC of bottom fishes are generally steeper than those of surface fishes.

筆者はマアジの椎体長曲線の研究[1]に引続いて，その類縁種との比較考察を行なつたが，その後次第に調査魚種が増して，現在硬骨魚（主にススキ型魚類）100 種におよんだので，ひとまずこれらをとりまとめてみた。

魚の脊椎骨の構造については GOODRICH[2] の詳しい研究があるが，椎体長についてはそれが不均一であることを指摘したに止まつている。FORD[3] は硬骨魚の脊椎骨変異の研究において，椎体長の不均一性に言及し，8 種の魚の椎体長を図示し，*Caranx* および Heterosomata では bimodality が普通に見られると述べている。わが国では三谷[4] がブリの椎体長について，fork length 20 cm と 80 cm のものを比較し，大きさによつて著しく異なることを指摘している。

資 料・方 法

マアジの椎体長の研究で述べたように，マアジの (VLC) は成長段階に伴なつて変化するから，各魚種についてもこの点を明らかにしておかないと，厳密には比較検討ができないわけであるが，本稿では資料不足のため，この点を明らかにしていない。

ホルマリン固定の魚体の，左半分の筋肉と内臓を除去して脊椎骨を現わし，頭部から尾部に向かつて一連番号を付し，intervertebral ligament の中間をとつて divider で 1/10 mm まで測つた。

各椎体の長さの，全脊椎骨長に対する百分率を求めて，これを椎体長率 (VLR)，これを図示したものを椎体長曲線 (VLC) と名づけた***。脊椎骨数はすべて urostyle を除いた数で示した。魚の学名は松原[5] によつた。

結 果

1. VLC の三大型

100 種の魚の VLC を図示したものが Figs. 1 A～3 である。これらの図を見ると，魚の VLC には何ら

* 本稿は 1958 年 4 月，日本水産学会年会で発表したものに，その後の資料を付加したものである。

** 長崎大学水産学部 (Fish. Inst. Nagasaki Univ., Nagasaki, Japan).

*** VLR は折線グラフで示されるが，ここでは便宜上曲線の形をとつた。

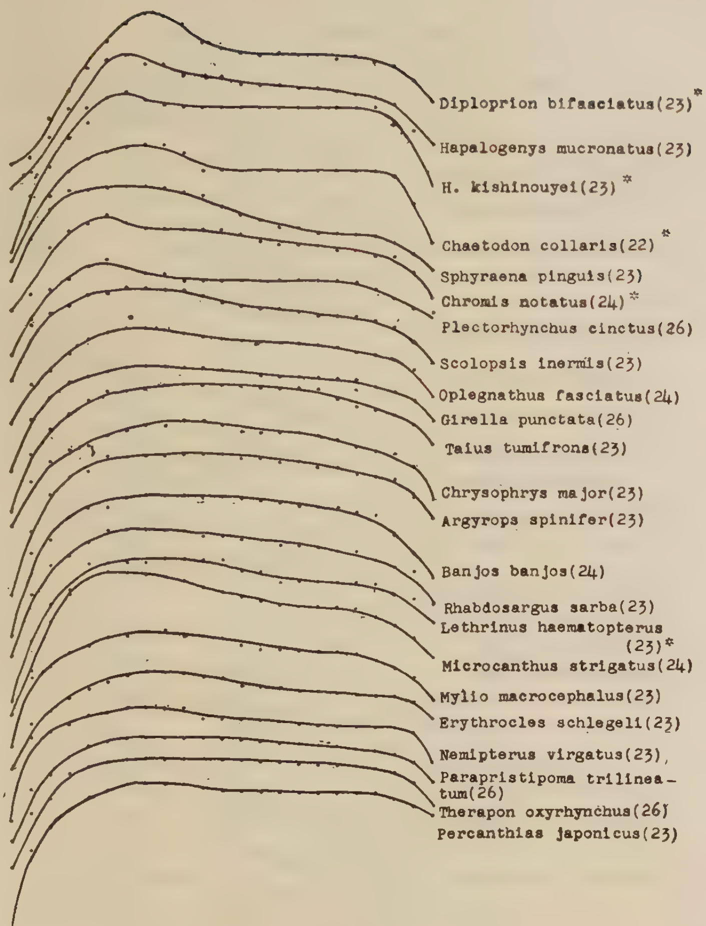


Fig. 1 A. Premodal types of VLC.

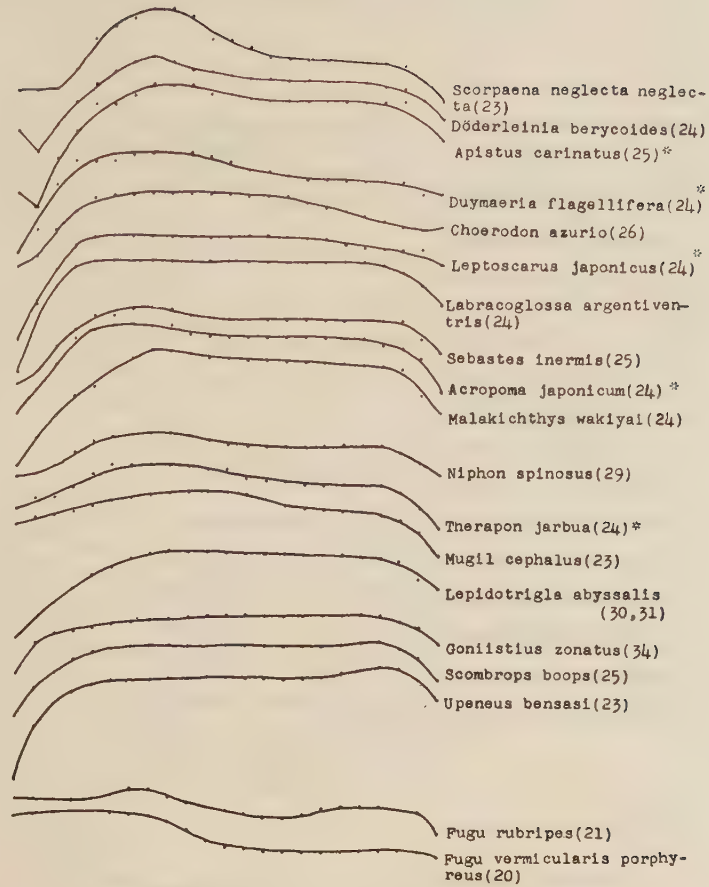


Fig. 1 B. Premodal types of VLC.

The number in parenthesis shows the number of vertebrae. * One specimen.

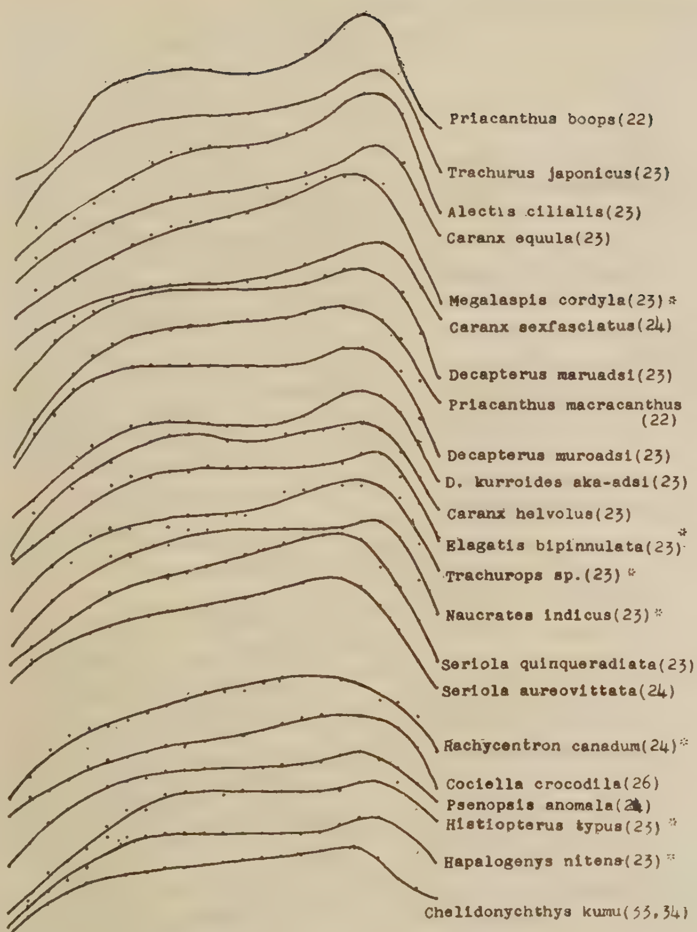


Fig. 2 A. Postmodal types of VLC.

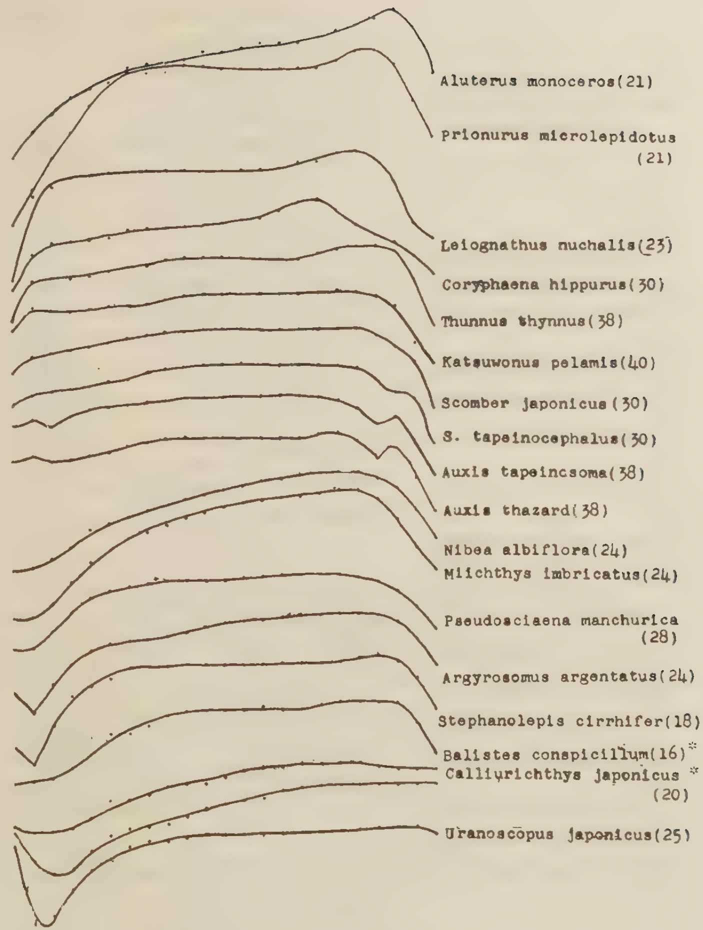


Fig. 2 B. Postmodal types of VLC.

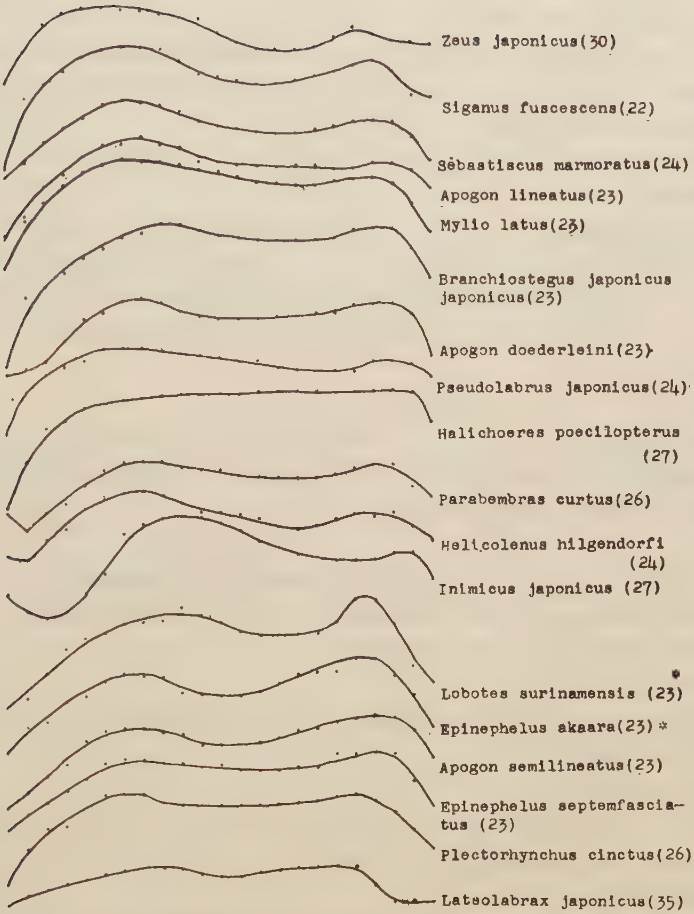


Fig. 3. Bimodal types of VLC.

かの類縁性，系統性，対称性があることがわかる。巨視的には，前峯型 premodal，後峯型 postmodal，双峯型 bimodal の三大型があり，その他にも若干の異型*があるが，これらには互いに連続性が認められる。

2. 脊椎骨数

各魚種の脊椎骨数を図中の学名の次に（）に示した。各魚種についての調査尾数が極めて少ないので（77種は 1～3 尾），その変異の範囲は不明である。

3. マアジ類縁種の VLC

（a） マルアジ・アカアジ・ムロアジ・メアジ・オキアジは酷似し，極めて近縁関係にあることを示すがマアジとは中央部のやや低い点で明らかに異なる。

（b） イトヒキアジ・カイワリ・ナガエバ・南方アジ** は近似し，(a) よりはマアジに近い。ナガエバの脊椎骨数は 24，その他は 23 である。

4. ブリ近縁種

ブリの脊椎骨数は 23 で，マアジと同様に成長に伴なつて VLC は変化し，大型になるほど後部が高くなるが，その傾斜はマアジよりははるかに低い。三谷[4] の資料中から筆者の方法によつて VLR を計算し，筆

* 取まとめの都合上 Figs. 1B, 2B, 3 に含めた。

** 当学部実習船長崎丸がシンガポールで入手したもので，種名を明らかにし得ない。

者の資料と比較するとよく一致する*。

カンパチはブリに近いが，後部の隆起が低い。ただし小型魚2尾であつたため確かなことはいえない。

ヒラマサは脊椎骨 24 でブリ・カンパチと異なるが，VLC はブリに似ている。魚体の成長と無関係にほぼ一定しているようで，この点ブリやマアジと異なる。

ツムブリとブリモドキはブリよりはマアジに近く，ブリ・ヒラマサとは類縁のやや遠いことを示す。

5. マサバとゴマサバ

マサバとゴマサバの種別は阿部[6]によつた。マサバの VLC は，小型，中型では全く同じだが，大型は少しく異なる。ゴマサバでは大中小全く同じである。マサバとゴマサバの VLC は酷似するが，尾部の 26～28 椎体において，マサバでは緩やかに低くなるが，ゴマサバでは 27 と 28 がほとんど同じである点に相違が見られる。しかるにマサバも大型になるとゴマサバに近くなり，また両種の中間型も出てくるので，決定的な種別分離の要素にはならない。

マアジの VLC とは著しく異なり，類縁の非常に遠いことを示す。

6. ヒラソーダとマルソーダ

両種の VLC は酷似するが，脊椎骨後端において，ヒラソーダでは 34 椎体と 35 椎体が同長，マルソーダでは 34 が 35 より短かい点に相異が見られる。

7. グ チ 類

コイチ・ホンニベ・キグチ・シログチはだいたい似ているが，この順で最後部が少しづつ低くなつている。シログチでは第2椎体のところで著しくV字型に低くなつている点が前三者と異なる。脊椎骨数は，コイチ・ホンニベ・シログチは 24，キグチは 28 である。

8. クロダイとキチヌ

分類上は同属であるが，VLC はクロダイは前峯型，キチヌは双峯型で類縁の遠いことを示す。ただし成長によつて変化するのかも知れない。

9. ホウボウとソコカナガシラ

この類は個体により VLC の変異が大きいが，ホウボウは後峯型，ソコカナガシラは前峯型で相反した対称をなす。脊椎骨数は，ホウボウは 33，34 でソコカナガシラは 30，31 である。

10. ウバゴチとイネゴチ

分類上は近縁であるが，VLC ではウバゴチは双峯型，イネゴチは後峯型で違つた型に属している。

考　　察

魚の VLC が魚種によつてほぼ一定していることを知つたが，これは分類や系統発生研究の一助となるかも知れない。ただし成長に伴なつて変化するものがあるから，各魚種についてこの点をまず明らかにしておかねばならない。たとえばゴマサバ・シイラ・ヒラマサ・イボダイなどのように成長に無関係に一定の型を有するもの，マアジ・ブリのように型は同じだが成長に伴なつて山が大きくなるもの，キチヌやコショウダイのように成長によつて型の移行するものなどがある。一般に底魚では山が大きく，浮魚では山が低い傾向がある。これは魚の外形や生態にも関係があるのであろう。

おおむね分類学上の近縁関係がそのまま VLC にもあてはまるが，全く異なつた関係を示すものもあつて現在の段階では考えようもないが，今後多くの魚種の VLC が明らかになると，連関性が見つかるかも知れない。

要　　約

1) 硬骨質（主にススキ型魚）100 種について VLC を出し，比較考察した。

---

* 三谷のは椎体を個々分離して測定してあるので，筆者の分もこれにならつた。

2) 魚の VLC には前峯型，後峯型，双峯型の三大型と，その他若干の異型があり，これらの間には何らかの系統的つながりがあるように思われる。

3) VLC は一般に体の成長に伴なつて変化するが，全く変化しないもの（ゴマサバ・ヒラマサ・イボダイ・シイラなど），同一型内で変化するもの（マアジ・ブリなど），型の移行するもの（コショウダイ・キチヌなど）などがある。

4) マアジとムロアジ，ブリとヒラマサ，マサバとゴマサバ，ヒラソーダとマルソーダ，キグチとシログチ，クロダイとキチヌ，ホウボウとソコカナガシラ，ウバゴチとイネゴチなどそれぞれ分類上近縁なもののVLC を比較考察した。

5) 浮魚の VLC は一般に起伏が緩かで，底魚は急である。マアジはこの点においてマサバに比しはるかに底魚的であるといえよう。

文　献

1) 山田鉄雄：長大水研究報告，**10**，192～209 (1961).
2) GOODRICH, E. S.: Studies on the structure and development of vertebrates. Dover Publ. N. Y., (1958).
3) FORD, E.: Vertebral variation in teleostean fishes. J. M. B. A., **22**, 14～15 (1937).
4) 三谷文夫：本誌，**24**，628～629 (1958).
5) 松原喜代松：魚類の形態と検索，石崎書店，(1955).
6) 阿部宗明・高島百合子：魚類学雑誌，**7**，11 (1958).

狭い場所から開放されたときの魚群の行動

草　下　孝　也

(1961 年 3 月 14 日受理)

AN EXPERIMENTAL STUDY REGARDING FISH BEHAVIOR AT THE TIME WHEN FISHES WERE ALLOWED TO ESCAPE FROM A NARROW PLACE

Takaya KUSAKA*

This is an important problem when considered with practical fisheries, especially to find out the movements of fishes inside the net when they are gathered. Many investigations had been carried out regarding this problem (See references).

For this experiment, Japanese Killifish *Aplocheilus latipes* was used. The equipments were 5 tanks of different sizes and two cylinders of diameter 13 cm of which one was transparent made out of celluloid and the other was painted white inside so that the fishes were not allowed to see the environment. About 15 individuals were liberated in each cylinder and it was lifted above after some times. The time lapses from then to when they moved out were observed (Tables 3～5). Staying times were particularly to find out the difference of effects between the transparent cylinder and the cylinder painted white inside.

The result obtained is as follows: ····

Staying time, the time between lifting up of cylinder and swimming out of fish.

Cylinder used	Keeping time inside cylinder		
	1 minute	1 hour	12～14 hours
Transparent celluloid	about 14 seconds	about 35 seconds	1～2 minutes
White painted	about 8 seconds	less than 10 seconds	10～15 seconds

In the case of the transparent cylinder, it was observed that when the keeping time was increased, the staying time also increased.

So it may be suggested that the fishes get more well accommodated the transparent cylinder than the painted cylinder. On the other hand, in the case of the painted cylinder even if the keeping time was increased, the staying time was found to be increased only by a few seconds. The sudden outburst of the fish that are kept in the painted cylinder, could be the result of the stimulus produced when they are allowed to escape suddenly from an enclosed place to a more open space.

緒　　言

狭い場所から魚群が急に開放される場合は，自然の状態の下でも，人為的な環境の変化としても，実験的に観察される一方，実際漁業の技術の面では，網に囲まれたり，駆集された魚群が，急に開放されるという状態はしばしば出現する。漁獲作業中，魚群の逃亡を防ぐという問題に対し，魚群の本質的習性から対策を考究することを目標として，この実験を進めた。

* 東京大学農学部 (Fish. Dep., Fac. Agr., Tokyo Univ., Bunkyo-ku, Tokyo).

すなわち，狭い容器内に閉じこめられていた魚群が，その容器が突然取り除かれて開放された場合に，魚群の活動がそれによつてどのように影響されるか，また，それをどのように説明することができるかについて考究した。魚をガラス容器などに入れたとき，始めは頭部を壁にぶつけて，上下左右に激しい運動をするが，やがて，次第に平常な状態にもどり，あたかも容器内の生活に順応したかのように観察される。

これに関連して，Triplett[1] は Perch を用いて実験を行なつた。すなわち，水槽に Perch を入れ，さらにそこへ，その天然餌料となる Minnow をガラス壁で分離して入れた。Perch は始めは餌に向つて繰返し突進したが，やがて Minnow を捕える企てを放棄することを覚えた。

この訓練が完全になつた後にガラス壁を除いたところが，Perch は Minnow のなかを自由に泳ぎ回り，Minnow を捕食することは抑制された。

Russell[2] の魚の行動に関する迂回の実験によると，ガラス瓶のなかに入れられた餌をとる訓練の場合，はじめはガラス壁に突進してなかの餌をとろうとするが，偶然に瓶の入口から入つて，なかの餌をとることができると，数回の試みののち訓練が完成する。その結果，瓶は無関係なものとなり，それは単に存在するのみになると述べている。

Spooner[3] の迂回に関する実験でもほぼ同様なことが立証されている。また，ガラス壁に黒い線が描かれると学習は速やかに完成され，魚の動きも非常に意味をもつて異なつてくる。学習は以前に経験されなかつた，または発見されなかつた外部的位置におけるなんらかの一般的な関係を弁別することに因る。その環境をより明瞭に洞察，または弁別することをもつて，魚はあるもつとも効果的な反応を示すことが可能であると記述している。

実 験 方 法

実験材料にはメダカ *Aplocheilus latipes* を使用した。(Table 1) 実験に使用した水槽は Table 2. のようである。透明なセルロイド製と内側を白色塗装した直径 7.5 cm，高さ 13 cm の2箇の円筒を用意し，そのいずれか一つを水槽のなかに置き，そのなかにメダカを15尾前後入れて，一定時間放置した後，円筒を静かにほとんど水滴を落さず上方に引揚げる。魚はしばらくためらつたのち，その場から泳ぎ去る。この停滞している時間が，円筒と留置時間によつて異なつてくるのを観察検討した。円筒を置く水槽の底には円を描いておき，その円から魚群の全部および大半が泳ぎ出るまでの時間を記録した。実験魚は観察ごとに変えて同じ材料をつづけて用いないようにした。実験は室内で，自然光を遮蔽し，100W 電球を水面上 50 cm に置いて照射するようにした。実験 5 の留置時間中も照射をつづけた。観察は5月14日～6月2日の間，水温は 18.5～22.3°C の範囲で行なつた。

Table 1. Fish materials used for the experiment.

Materials mark	Received date	Fish size	
		Total length	Average
S	—	13～23 mm	19.2 mm
M	May 12	19～28 〃	24.5 〃
L	May 15	20～34 〃	26.4 〃

Table 2. Tanks used for the experiment.

Tank mark	Kind of tanks	Sizes		
		Length	Wide	Depth
				cm
A	Cubic glassware	22	22	30
B	Glazed the four sides	45	30	37
C	White enameled pan	36	24	8.5
D	〃	30	22	6.5
E	Wooden, inside plating celluloid	121	121	24

観 察 結 果

実験 1. 透明円筒に1分間留置してから開放した場合

結果は 10 回の繰返し観察中，1例を除き，全魚群が泳ぎ出るまでの時間は 13.5～19.8 秒（平均 17.0秒），

1.2 尾を残して大部分が泳ぎ去るまでの時間は 8.0~19.2 秒（平均 14.4 秒）であつた。(Table 3)

実験 2. 透明円筒に 1 時間留置してから開放した場合

結果は繰返し 10 回中，速やかに泳ぎ出した 2 例（13 および 20 秒）を除き，だいたい 30 秒以上を要し，大半が泳ぎ出すに要した時間は 13~60 秒（平均 35.3 秒）で，明らかに実験 1. より，長時間を要することが認められた。(Table 3)

実験 3. 白色円筒に 1 分間留置してから開放した場合

結果は 1 例（39.2 秒）を除き速やかに円外へ泳ぎ出し，大半が泳ぎ出すまでの時間は 7.5~10.9 秒（平均 8.6 秒）であつた。(Table 4).

実験 4. 白色円筒に 1 時間留置してから開放した場合

結果は 1 例（66 秒）を除き，円外に泳ぎ出すのが速く，大半が泳ぎ出すまでの時間は 4.2~30 秒（平均 10.1 秒，ただし 30 秒の 1 例を除外すると 7.9 秒）で，これは実験 1. および 2. よりも短時間で，実験 3. とは大差がない。(Table 4)

Table 3. The result on the case using the transparent celluloid cylinder.

Experiment 1. 1 minute keeping inside cylinder

Observation		Time lapse swim out from the place		Individual number used	Water temperature	Materials used	Tank used
Number	Date	All individuals	Remarks				
		seconds			°C		
1	May 14	19.2	Continuously swim out	14	18.5	S	A
2	〃	19.8	14 sec. remain 2 ind.	15	〃	〃	〃
3	〃	44.3	17 sec. remain 1 ind.	〃	〃	M	C
4	〃	13.5	Continuously swim out	〃	〃	〃	〃
5	〃	14.2	〃	〃	〃	〃	〃
6	〃	19.6	15 sec. remain 2 ind.	〃	〃	〃	〃
7	May 18	16.2	Continuously swim out	〃	〃	〃	〃
8	〃	17.8	14 cec. remain 1 ind.	〃	20.2	L	B
9	〃	18.5	13 sec. remain 1 ind.	〃	〃	〃	〃
10	〃	14.5	8 sec. remain 1 ind.	〃	〃	〃	〃

Experiment 2. 1 hour keeping inside cylinder

					°C		
1	May 16	13.0	Continuously swim out	15	18.6	S	A
2	〃	45	〃	〃	〃	M	C
3	〃	75	40 sec. remain 1 ind.	〃	〃	〃	〃
4	〃	38	Continuously swim out	〃	〃	〃	〃
5	May 17	20	〃	〃	19.5	〃	〃
6	June 2	52	39 sec. remain 1 ind.	〃	20.8	L	E
7	〃	38	24 sec. remain 2 ind.	〃	21.5	〃	〃
8	〃	78	60 sec. remain 1 ind.	〃	21.7	〃	〃
9	〃	68	〃 3 ind.	〃	22.0	〃	〃
10	〃	34	Continuously swim out	〃	22.3	〃	〃

Table 4. The result on the case using the white painted cylinder.

Experiment 3. 1 minute keeping inside cylinder

Observation Number	Observation Date	Time lapse swim out from the place: All individuals (seconds)	Time lapse swim out from the place: Remarks	Individual number used	Water temperature (°C)	Materials used	Tank used
1	May 16	8.0	Continuously swim out	15	20.9	S	A
2	〃	13.0	9 sec. remain 1 ind.	〃	〃	M	C
3	〃	39.2	8 sec. remain 2 ind.	〃	〃	〃	〃
4	〃	8.2	Continuously swim out	〃	〃	〃	〃
5	〃	8.5	〃	14	〃	〃	〃
6	May 18	9.2	8 sec. remain 1 ind.	10	〃	〃	〃
7	〃	10.9	Continuously swim out	15	20.2	L	B
8	〃	9.1	〃	〃	〃	〃	〃
9	〃	7.5	〃	〃	〃	〃	〃
10	〃	7.7	〃	〃	〃	〃	〃
11	〃	17.9	8 sec. remain 2 ind.	〃	〃	〃	〃

Experiment 4. 1 hour keeping inside cylinder

Observation Number	Observation Date	All individuals (seconds)	Remarks	Individual number used	Water temperature (°C)	Materials used	Tank used
1	May 18	7.0	Continuously swim out	15	20.2	M	C
2	〃	4.2	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	16.9	7 sec. remain 2 ind.	〃	20.0	L	B
4	〃	6.2	4 sec. remain 2 ind.	〃	〃	〃	〃
5	〃	8.5	6 sec. remain 1 ind.	〃	〃	〃	〃
6	May 19	18.3	14 sec. remain 1 ind.	〃	18.3	M	C
7	〃	26.9	10 sec. remain 1 ind.	〃	〃	〃	〃
8	〃	19.8	11 sec. remain 2 ind.	〃	〃	〃	〃
9	〃	13.7	8 sec. remain 1 ind.	〃	18.1	〃	〃
10	〃	66.0	30 sec. remain 3 ind.	〃	18.5	〃	〃

Table 5. Comparism of keeping time and staying time with both types of cylinders.

Cylinder used	Observation number	Keeping time	Time lapse swim out from the place: All individuals	Time lapse swim out from the place: Remarks	Individual number used	Water temperature	Materials used	Tank used
Transparent celluloid	I…1	12 hours	120 sec.	45 sec. remain 2 ind.*	15	19.5°C	M	C
	I…2	14 〃	106 〃	45 sec. remain 3 ind.**	〃	22.3	L	E
White painted	II…1	12 〃	10 〃	Continuously swim out	〃	19.0	M	C
	II…2	12 〃	26.9 〃	15 sec. remain 2 ind.***	〃	18.3	L	B

* Staying many seconds after once swam out and returned.
** Not very far away from the original place.
*** Many individuals return to the same place once swam out.

実験 5. 透明円筒および白色円筒に約 12 時間留置してから開放した場合

結果は Table 5. に示したように透明円筒では白色円筒の場合よりも円外に泳ぎ出す時間が著しく長く，透明円筒では実験 2. よりもさらに長くかかる傾向が認められる。しかし，白色円筒では実験 3. および 4.

より幾分長いが，著しい差はないようであるが，実験の繰返し回数が少ないので断定できない。

考　　察

この実験は逃避の反応行動と条件づけを含む問題を扱かつていると考えられ，透明なセルロイド円筒を使用した場合に，白色の不透明な円筒を使用した場合よりもメダカ群が円筒に閉じこめられていた場所から泳ぎ去るまでに要する時間が長くかかる。この事柄に説明を与えてみると，透明円筒の場合，停滞する時間が長くなることは，透明円筒を識別することがやがてその限られた区域に魚を条件づけて，容器が除かれても漸次その影響が残つて，メダカがその場所が泳ぎ出すのを抑制することに因ると考える。直接的訓練による条件づけの影響であることは，留置時間が長くなるほど，停滞時間が長くなることから当然考えられる。白色円筒の場合，停滞時間が短かいことは遮蔽物を除去したこと自体が，透明な円筒を除去するよりも魚に大きな影響を与える。すなわち，周囲の突然の変化が著しいのは白色円筒であるという一つの見方ができる。また，魚の逃避反応が透明円筒ではその環境に条件づけられることによつて抑制されるのに対し，白色円筒を除去する場合はむしろ刺激する方向に働らくのであるという別の考え方もできる。白色円筒の場合の逃避反応の現われ方の強さについて考えてみると，実験の結果では円筒の透明か否かにかかわらず，留置された時間が短かければ，停滞している時間はほぼ大差なく，また，透明円筒では停滞は留置に従つてその時間が長くなり，魚群の行動に修正が加わるのに，白色円筒では留置時間に関係なく停滞は常に短時間で，修正の現象は認められない。要するに，この観察実験で示された現象は魚群の逃避行動とこれを抑制する条件づけの影響とによつて説明できるものであると考える。

本文を終るにあたり，御指導と御鞭達を賜つた東京大学教授大島泰雄，檜山義夫両博士に深甚の謝意を表する。

引　用　文　献

1) Triplett, N. B.: (1901) The educability of the perch. Am. Journ. Psychol., Vol. 12, p. 354.
2) Russell, E. S.: (1931) Detour experiments with Stickle backs. Jour. Exper. Biol., Vol. 8, No. 4.
3) Spooner, G. M.: (1937) Learning of detours by wrass. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K. Vol. 21, No. 2.

ON THE ESTIMATION OF CATCH AND FISHING EFFORT IN RIVER BY A NEW METHOD OF CREEL CENSUS*, **

Kôsi ONODERA***

Received March 24, 1961

1. Introduction

In Japan catch and effort of fisheries in principal rivers are estimated annually by the Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry.

The statistical data being not sufficient to analize the interrelation between conservational treatment or annual natural conditions and the state of population of fish species in freshwater fisheries, the writer intended to try to contrast the catch and fishing effort with the knowledge on the concrete environmental factors.

Before the trial succeeds, accurate estimation of catch and efforts must be attained.

Herewith the writer wishes to present a short report concerning the method of the estimation, which was and also being practised several times in some fields, and a partial success was seemed to be attained by the writer.

The writer wishes to express hearty thanks to Dr. Syoiti Tanaka, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, who was quite eager to discuss the procedure and method, and very often accompanied with the writer to field of survey to obtain the necessary data, and sometimes even gave the writer valuable suggestion to symbolize necessary concepts otherwise only vaguely expressed. To Dr. K. Kuronuma the former Director of Freshwater Fisherief Research Laboratory and was then Chairman IPFC Technical Committee I, the writer was indebted as well for his kind aid to refer literature as for the kind advice to make this report. Further the writer wish to express his thanks to Mr. Tadashi Yamamoto, Fisheries Section, Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry, by whom he was always cordially accepted to consult the fisheries statistics in Japan.

2. Procedure and methods

2.1. Procedure

Kenneth E. CHRISTENSEN (1953) described the various methods of creel census practised in lakes of Michigan. Recently CARLANDER, *et al.* (1958) summarized on some problems accompanied with sampling method. In these papers, the methods described were that which estimated fishing effort in man-hour and catch per unit of effort independently. However, to apply his method to creel census in river, investigators

---

* Contributions from Freshwater Fisheries Research Laboratory No. 108.

** The principal part of the present paper was presented to ICNAF, which was held at Lisbon in 1957, through Dr. K. Kuronuma.

*** Freshwater Fisheries Research Laboratory, Hino-machi, Minamitama-gun, Tokyo, Japan.

(印刷費負担)

may encounter inevitable obstacle from two essential point of view, and probably may not be able to estimate neither fishing effort nor catch per unit of effort and also consequently not total catch.

In rivers, clerks of creel census can not walk along the assigned section several times a day, for instance, even once in every two hours in each census day as shown in CHRISTENSEN, because the assigned area to be walked along and surveyed may range from four to six kilometers. Therefore, such census as shown by CHRISTENSEN is admitted only in circumstances of lakes where clerks can census making use of boat or made possible with free foresight.

Furthermore, as anglers used to move about in and out of section where clerks assigned to census, neither censused effort (man, consequently man-hour too) nor catch per unit of effort cease fluctuation, since the time whereby clerks contacted anglers till evening, when anglers complete their fishing trips on the day.

The writer, though having been quite independent from such a method experienced by CHRISTENSEN, planned a creel census in river to survey daily total effort and sum of individual catch accumulated to the moment when clerks contacted anglers, with which monthly or seasonal catch and effort could be estimated.

On the other hand, a system of survey which the writer called "check survey", was planned. It had the purpose of correcting the sum of censused catch or effort to approximately a true value applying "corrective coefficient" which was induced from a group of randomized samples of fishermen constituted from sample anglers derived from "check survey".

Corrected catch and effort from censused data can induce corrected total of catch and effort, and if necessary, corrected catch per unit of effort.

2.2. Creel census

A clerk censuses total number of anglers and contacts from 25 to 100% of anglers of a census day in the assigned section of a river, and obtains information on residence of anglers, not by inquiry but he knows whether anglers are resident person or not, because clerks are appointed from members of cooperatives dwelt for long years in the neighbourhood of the section of the river to which they are assigned. The clerk, further, examines the methods of fishing and the number and the total weight of fish caught. The clerks record the time when they contacted the anglers.

A random census was scheduled so as to give nearly a proportionate sampling weight to the months of heavy and light intensity.

Sometimes the clerks adjusted their schedule when the assigned sections could not be censused owing to unfavorable condition, such as heavy rain, high water level of the river, turbidity, etc.; and in the process of assessment of the amount of fishing effort, the censused data were readjusted so as to accomplish randomization according to good or bad condition of the censused days.

Though some anglers were contacted at the completion of their fishing trips, most

of the data available were those accumulated before the completion.

If the catch records were not obtained from all of the fishermen in the field, total amount of fishing effort, expressed in man-day, was censused at the same time. The census records of catch obtained from 1/4 to 1/1 systematically sampled anglers of those who existed when clerks censused fishing ground, were assumed to be the representative of all anglers for the entire season.

Estimates of monthly total of catch and fishing effort were made from monthly total of censused data by multiplying factors " k_{ct} " for catch and " k_{et} " for effort which were induced by the procedure in the following section.

2.3. Check survey

The factors nominated here " corrective coefficient " were induced from the other independent system of survey performed by investigators, and the system is called " check survey ".

Two investigators selected an adequate place, where they could contact many anglars who adopt various methods of fishing in the assigned section of the river following the schedule determined in advance.

On arriving the place to be surveyed, they decided a spot to observe anglers very clearly looking over the distance of river usually expanding 100 to 200 maters long.

They stood at a point convenient to survey whole the distance to be observed, where randomly selected anglers were observed numbering 5 to 10.

The investigator obtained informations from each selected angler on residence, the fishing methods, the time of start of fishing and the number of each species of fish they caught during the time extending from the start of fishing to 1000 hour, to 1400 hour as well as to the end of day's angling.

Sometimes the investigators checked the angling at the moment when fish left the water surface of the river.

(*a*) *Change of catch by time lapse*

Precise observation of individual fishing can afford data on *individual hourly increase of catch*, which is symbolized and defined here as ΔR_{cit} where R denotes parameter of increase and suffixes c, i and t the value of parameter relating to catch, of particular individual and at a particular time respectively.

With sufficient size of sample which could constitute a group of randomized samples of fishermen angling in any assumed field, and also when synchronized hourly ingredient of individual increase could be summed up, the sum should be assumed to be an *hourly increase of catch of the group* of samples of fishermen, which was symbolized as ΔR_{ct}, and was defined as $\Delta R_{ct}=\sum_i \Delta R_{cit}$

Thus, the total catch of the sample, C_s, can be defined as $C_s=\sum_t \Delta R_{ct}=\sum_t \sum_i \Delta R_{cit}$.

On the other hand, as a day's fishing approaches completion, the number of fishermen leaving increases gradually, till at last no anglars on a given area will be

seen.

Then, individual hourly reduction of catch from the total of the existing catch in the fishing ground should occur only once for each one person when the angler finishes fishing.

The individual hourly amount reduced of catch can be symbolized as ΔM_{cit}, which is defined as $\Delta M_{cit}=\sum_{t'=1}^{t}\Delta R_{cit'}=\Delta R_{ct}$, where M shows parameter of decrease.

As for hourly amount reduced of catch in samples, it can be symbolized as ΔM_{ct} which is defined as $\Delta M_{ct}=\sum_{i}\Delta M_{cit}$.

Then the amount of difference between hourly increase and reduction of catch in given samples or that which may be called *amount of changing*, ΔC_t, which is defined as $\Delta C_t=\Delta R_{ct}-\Delta M_{ct}$, must be clarified, and when the existing amount of catch of samples in the assumed fishing ground is on the increase, the amount is positive, while on the decrease negative.

Thus the hourly existing amount of catch, Ct, is defined as

$$C_t=\sum_{t'=1}^{t}\Delta C_t{}'=\sum_{t'=1}^{t}R_{ct}{}'-\sum_{t'=1}^{t}M_{ct}{}'$$

In creel census, clerks always census the existing amount of catch, and the censused data have to be necessarily corrected by corrective coefficient, k_{ct}, which is defined as $k_{ct}=C_s/C_t$.

Thus total catch, X_s, should theoretically be estimated daily as $X_s=X_t\cdot k_{ct}$ (where X_t is censused amount of catch when the clerk contacted the anglers at average time of t, in his assigned section of river), but practically the daily fishing effort in an area assigned to a clerk is rather small, therefore, the monthly total of effort is used instead.

(*b*) *Change of effort by time lapse*

As for effort, nearly the same idea can be applied.

Individual effort joined hourly to the fishing ground can be defined as R_{eit}, which always counts 1, where R describes parameter of increase and suffixes e, i and t the value of parameter relating to effort, of particular individual and at a particular time, respectively.

And effort joined hourly of fishing population can be expressed as ΔR_{et}, which is defined as $\Delta R_{et}=\sum_{i}\Delta R_{eit}$.

The total joining of effort to the field of fishing ground can be defined as

$$E_s=\sum_{t}\Delta R_{et}\sum_{t}\sum_{i}\Delta R_{eit}$$

Hourly individual reduction of fishing effort from fishing ground can be expressed as M_{eit}, which is always 1, and contrary to catch, an individual effort, once joined, does not increase but maintain the same level as in the moment when it joined to the fishing field. Therefore, $\Delta M_{et}=\Delta R_{et}=1$.

As for population of fishermen, hourly reduction of fishing effort, ΔM_{et}, can be

defined as $\Delta M_{et}=\sum_i M\Delta_{eit}$.

The difference of hourly fishing effort between joining and reducing is amount changing and is expressed and defined as $\Delta E_t=\Delta R_{et}-\Delta M_{et}$

Hourly existing amount of fishing effort is thus

$$E_t=\sum_{t'=1}^{t}\Delta E_t'=\sum_{t'=1}^{t}\Delta R_{et}-\sum_{t'=1}^{t}\Delta M_{et}'$$

The censused data of total effort surveyed at average time of t, Y_t, can be corrected to estimated total of Y_s by multiplying corrective coefficient of effort, k_{et}, which is defined as $k_{et}=E_s/E_t$.

(*c*) *Relation between creel census and check survey*

The systems of creel census and sampling survey are explained in Table 1.

The concept and definition accompanied with the induction of corrective coefficient are shown in Table 2.

3. Data from check survey

In 1954, the writer and fellow workers could contact 155 sample anglers in 21

Table 1. Creel census in comparison with check survey

Survey / Item	Creel census	Check survey
Performer	Clerks belonging to cooperatives.	Investigators.
Purpose	To give data of daily catch and effort at the time of contact to anglers.	To give data for corrective coefficient.
Area to be surveyed	Assigned to every clerk.	Not assigned, but investigators very often select by themselves the area where they can find various method of fishing.
Time occupied by survey	Adequate time when clerks thought to be able to contact the largest number of fishermen for the scheduled day in the assigned section of river.	From morning till the anglers were observed to leave the fishing ground.
Number of members in the team of survey	One	Mostly two
Informations to be obtained	i) As for catch: Places where clerks contacted anglers; time when contacted anglers; fishing caught by each angler. ii) As for effort: Number of anglers; name of places where they are fishing; method of fishing which anglers adopted; residence of anglers; time when clerks censused the number of anglers.	i) As for catch: Residence of anglers; time when anglers began fishing; number of fish caught by anglers from beginning of fishing till 1000, 1400 hours and its finishing up trips. ii) As for effort: Time when anglers began fishing and time when anglers finished fishing. (Sample anglers who left observing area but did not return again, abandoned.)

Table 2. Concepts accompanying with calculation of corrective coefficient

Concepts	Catch	Effort
Hourly amount joining to censusing field individually	$\varDelta R_{cit}$	$\varDelta R_{eit}=1$
Hourly amount joining to censusing field	$\varDelta R_{ct}=\sum_i \varDelta R_{cit}$	$\varDelta R_{et}=\sum_i \varDelta R_{eit}$
Hourly amount reducing from censusing field individually	$\varDelta M_{cit}=\sum_{t'=1}^{t} \varDelta R_{cit}=\varDelta R_{ct}$	$\varDelta M_{eit}=1$
Hourly reducing amount from censusing field	$\varDelta M_{ct}=\sum_i \varDelta M_{cit}$	$\varDelta M_{et}=\sum_i \varDelta M_{eit}$
Hourly amount of changing in censusing field	$\varDelta C_t=\varDelta R_{ct}-\varDelta M_{ct}$	$\varDelta E_t=\varDelta R_{et}-\varDelta M_{et}$
Hourly amount existing in censusing field	$C_t=\sum_{t'=1}^{t} \varDelta C_{t'}$	$E_t=\sum_{t'=1}^{t} \varDelta E_{t'}$
Total amount	$C_s=\sum_t \varDelta R_{ct}=\sum_t \sum_i \varDelta R_{cit}$	$E_s=\sum_t \varDelta R_{et}=\sum_t \sum_i \varDelta R_{eit}$
Corrective coefficient	$k_{ct}=C_s/C_t$	$k_{et}=E_s/E_t$
Assessment of total amount in censusing field from actually-creel-censused data	$X_s=X_t \cdot k_{ct}$	$Y_s=Y_t \cdot k_{et}$

Remarks:—All of these amounts are measured experimentally by constituting a group of randomized samples of fishermen taken from check survey with the only exception of data from actual creel census—X_t and Y_t, where X_t denotes the sum of individual catch in creel census and Y_t that of number of anglers; both of them are at average time when clerks contacted the anglers.

survey trips in the river Dôsigawa, tributary to the river Sagamigawa, Kanagawa Prefecture, middle part of Honsyu.

Of the 155 data, 88 gave sufficient result to calculate hourly ingredient of individual increase, $\varDelta R_{cit}$.

The 88 samples of anglers were assumed to be sufficient to constitute a group of randomized samples of anglers to get basic data on $\varDelta R_{ct}$, $\varDelta C_t$ and consequently k_{ct}.

In the experimental group of fishing anglers constituted just mentioned above, the increase of the amounts by the time lapse relating to catch and effort were shown in Table 3, where, corrective coefficient of creel-censused data of catch and effort, k_{ct} and k_{et} were induced as shown in Table 4.

At a glance, Table 3 shows us that during hours extending from 1000 to 1700 hour more than 60% of fishermen of the day was found in fishing ground, and what clerks told the writer formerly that they could really count anglers at the largest number in assigned sections of creel census between hours of 1000 and 1400 was certified, therefore the schedule by which creel census had to be finished from 1000 to 1400 or 1500 hour at latest was justified.

As for catch, Table 4 shows us that the sum of individual catch we can find in creel census at 1000 hour indicates only 25% of total catch of the day, and the amount was at the highest value at 1600 hour, when it attains 67%; from this fact, we can know that, at any time, if we take the sum of individual catch at fishing ground as the total of catch of the day, we are to ignore more than 30% of catch at least.

Table 3. Increase of hourly ingredients of amount relating to catch and effort in an experimental group of anglers in the Dôsigawa, 1954

	Amount \ Time	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19h.
Catch	ΔR_{ct}	0	2.0	10.2	30.6	72.4	110	185	167	176	148	141	180	144	134	70.4	1.6
	$\sum_t \Delta R_{ct}$	0	2.0	12.2	42.8	115	225	410	576	752	900	1041	1221	1364	1500	1570	1572
	C_t	0	2.0	12.2	42.8	115	225	410	576	738	886	1019	1040	1063	974	565	57
	C_s																1572
Effort	ΔR_{et}	0	1	4	6	15	18	11	9	3	4	9	2	4	2	0	0
	$\sum_t \Delta R_{et}$	0	1	5	11	26	44	55	64	67	71	80	82	86	88	88	88
	E_t	0	1	5	11	26	44	55	64	66	70	77	70	66	58	35	3
	E_s																88

Table 4. Corrective coefficient to be given to actual censused data of creel census induced from check survey in table 3.

Corrective coefficient \ Time	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19h.
k_{ct}	—	786	129	36.7	13.7	6.97	3.84	2.73	2.13	1.78	1.54	1.51	1.48	1.61	2.78	27.6
k_{et}	—	88.0	17.6	8.00	3.38	2.00	1.60	1.38	1.33	1.26	1.14	1.26	1.33	1.52	2.51	29.3

Remarks: $k_{ct}=C_s/C_t$, $k_{et}=E_s/E_t$.

4. Determination of average time of creel census

Application of corrective coefficient necessarily made the writer to determine the moment representing varied times at which clerks contacted a number of anglers because existing amount of catch and effort at different times vary in each proportion to total amount in either case.

The representing times are determined monthly from daily censused data by adopting the mean value of hours of beginning and finishing of the day's censusing (Onodera, 1960).

This method is based on the following principle.

The present writer has assumed and it was partially ascertained, that anglers had rather constant hourly ingrediants of catch individually, therefore, if the size of group of anglers were simply large enough, correspondence of the hourly ingredient of various size censused before the representing time with that censused after can be seen in each census day. Then, the sum of hourly individual ingredients of catch before the representing time is equal to the same gained after that time.

Consequently the sum of individual amount of catch existing actually when clerks contacted anglers is equal to that of existing presumably at the representing time.

Thus the writer determined the moment representing the time at which clerks contacted anglers as the mean value of hours at which clerks contacted anglers for the first time of the day and the hours at which contacted for the last.

5. Corrective coefficient and its application, or the estimation of total catch, total fishing effort, and catch per unit of effort

As mentioned above catch aud effort obtained directly from creel census can not make true catch per unit of effort, therefore some consideration should be deserved.

As X_s, the true catch of censused day is induced by the formula

$$X_s = X_t \cdot k_{ct}$$

where X_t is the sum of individual catch, so Y_s, the true amount of effort of censused day is induced by

$$Y_s = Y_t \cdot k_{et}$$

where Y_t is total of effort censused for the day.

If we have intention to know true catch per unit of effort, we must calculate $\hat{c}$, the estimate of true catch per unit of effort, as

$$\hat{c} = X_s / Y_s = X_t / Y_t \cdot k_{ct} / k_{et} = \hat{C}_t \cdot k_{\hat{c}t}$$

Hereof the amount X_t/Y_t or $\hat{C}_t$ is apparent catch per unit of effort and is easily calculated from creel-censused data.

The coefficient $k_{\hat{c}t}$ or k_{ct}/k_{et} is also easily calculated by referring k_{ct} and k_{et} to respective curves of corrective coefficient (see Table 5).

In practice, amount X_s and Y_s estimated not daily but monthly, are given by the formula

$$Y_s = \hat{c} \cdot Y_s = (X_t / Y_t \cdot k_{ct} / k_{et})(Y_t \cdot k_{et}) = X_t \cdot k_{ct}$$

The process manifests that to induce total catch the estimation of total effort is useless. The estimation of $\hat{c}$ has no significance, if only assessment of total catch and fishing effort are of necessity.

Thus, in our custom in Japan, the estimation of catch and fishing effort in river is being performed by estimating five values as below:

(a) estimation of apparent monthly catch through creel census and simple proportion,

(b) estimation of apparent monthly effort through creel census and simple proportion,

(c) estimation of corrective coefficient relating to catch through check survey,

(d) estimation of corrective coefficient relating to fishing effort through check survey, and

(e) determination of monthly average of time of creel census.

Table 5. Corrective coefficient, $k_{\hat{c}t}$, which is to be given to the actual or the apparent catch per unit of effort, $\hat{C}_t$, to derive true catch per unit of effort, $\hat{c}$.

Time	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19h.
$k_{\hat{c}t}$	4.59	4.05	3.49	2.40	1.98	1.60	1.41	1.35	1.20	1.11	1.06	1.11	0.94

Remarks: $k_{ct} = k_{ct} / k_{et}$

6. Summary

1) Procedure and method for the estimation of total catch, total fishing effort, and catch per unit of effort were presented in case of creel census in river.

2) Survey for the estimation required two systems, one was creel census and the other was check survey.

3) The former prepared apparent total catch and apparent effort together with representative time for the application of corrective coefficient, while the latter corrective coefficients.

4) Three kinds of corrective coefficient were offered, corrective coefficient for total catch, for total effort, and for catch per unit of effort.

7. References

CARLANDER, Kenneth D., Charles J. DICOSTANZO, and Raymond J. JESSEN: Sampling problems in creel census. *Prog. Fish. Cult.*, **20** (2), 73-81, 1958.

Christensen, KENNETH E.: Fishing in twelve Michigan lakes under experimental regulations. Franklin de Kleine Company, State Printers, Lansing, Michigan, 46 p., 1953.

ONODERA Kôsi: On the ratio estimation of catch in creel census—I. Corrective coefficient of catch. *Bull. Freshw. Fish. Res. Lab.*, **9** (2), 25-42, 1960. Japanese with English synopsis.

ON THE SURVIVAL OF TROUT FINGERLINGS STOCKED IN A MOUNTAIN BROOK—II. SURVIVAL RATE MEASURED AND SCOURING EFFECT OF FLOOD AS A CAUSE OF MORTALITY*

Kôsi ONODERA** and Tatsuji UENO**,***

Received March 24, 1961

Introduction

It was reported in the previous paper that one could estimate a fish population without draining off water or applying poisoning treatment to a certain section of a stream, but observing the inhabiting number of fish in a pool or in a given section of a stream with a water-glass applying some correcting procedure against the eye-appraised number through direct observations (ONODERA, 1958).

In the present paper, the results actually observed and corrected are given together with some description of environment and some discussions relating to the cause of a heavy mortality of released trout fingerlings.

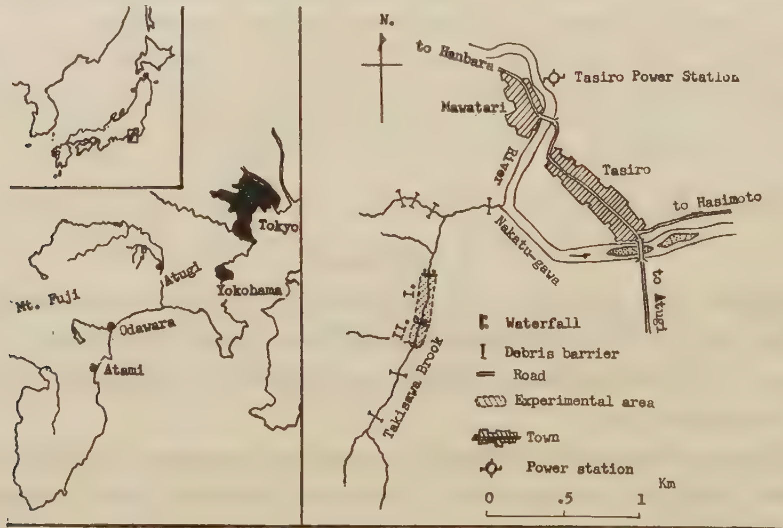


Fig. 1. Map of Takisawa, showing position of the sections I and II of the tested sites in the brook.

Description of environment and released fingerlings

A mountain brook called Takisawa was selected as an experimental stream which confluenced to the Nakatu-gawa River, a tributary to the River Sagami, Kanagawa

* Contributions from Freshwater Fisheries Research Laboratory No. 107.
** Freshwater Fisheries Research Laboratory.
*** Now Graduate Student of the Institute of Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, B. C. Canada.

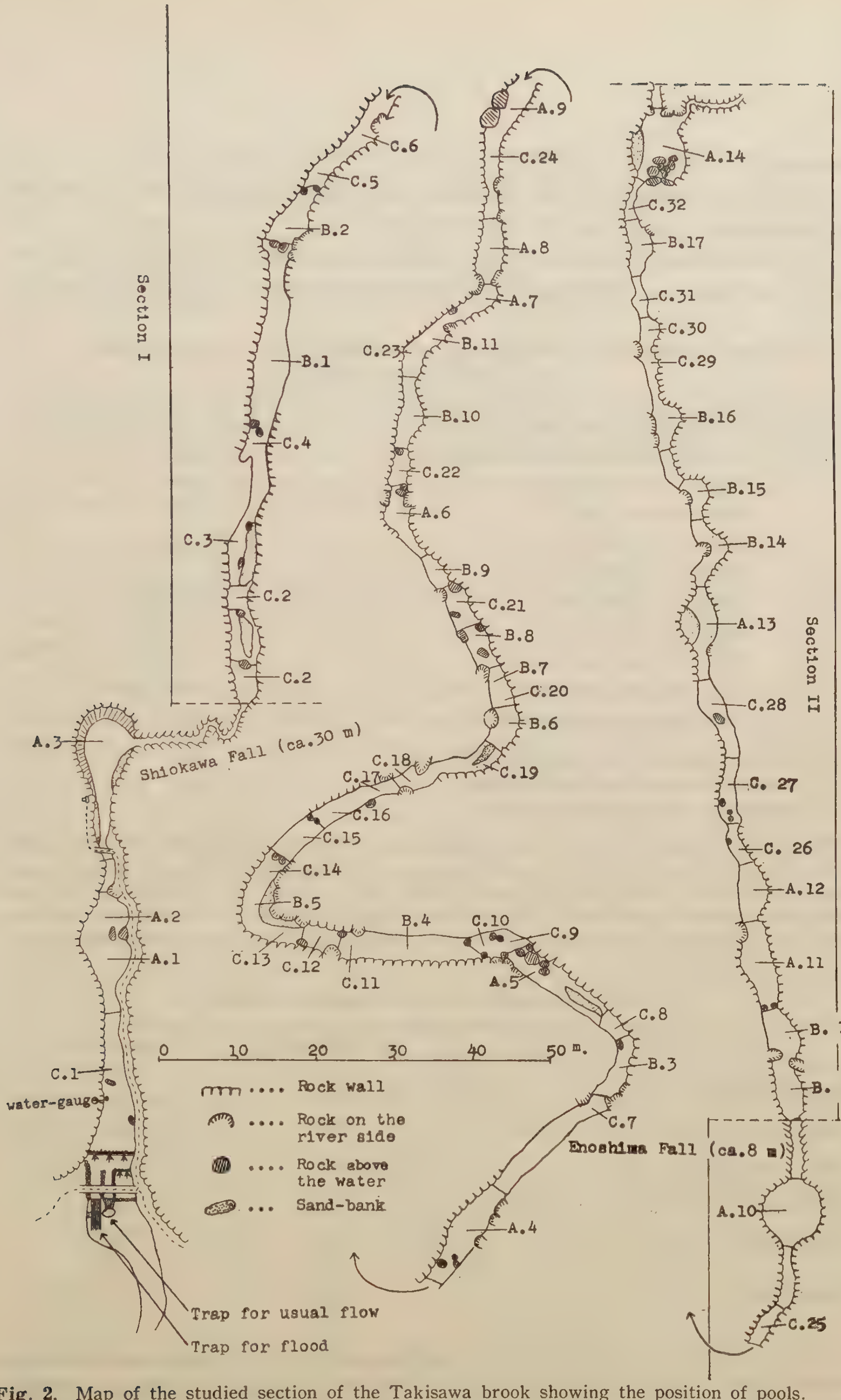


Fig. 2. Map of the studied section of the Takisawa brook showing the position of pools. They amounted to 63, and were nominated by A, B, and C followed by numerical letters according to their order and size including type, and the number were counted from downstream to upstream. The spot stocking of fish was made at pool A-10 and A-14. Though classified as pool, those which were ranked as class C should rather be called riffies. Therefore for the unbiased estimation of features of pools in Takisawa, pools belonging to class A and B were selected to ıepresent the topographic characters shown in Table 1.

Prefecture (Fig. 1).

The stocking experiment was performed since May 1 through Dec. 8, 1957, the total experimental period was 221 days.

The topographic features and the hydrographic conditions of the area were summarized in Table 1, and the map of the experimental sections was shown in Fig. 2.

Table 1. Topographic and hydrographic conditions of the experimental area in the Takisawa mountain brook.

Length of the experimental section (m)	477
Average width of stream at pools (m)	3.1
Average depth of pools (m)	0.46
Slope of river bed	1/18
Height above base level (m)............................	185—212
Number of pools	31
Dissolved oxygen (%)*	78.1—100<
pH	7.3-7.9
Water temperature (°C)**	8.6—19.6
Total alkalinity (e.p.m.)..............................	0.748—0.958
Discharge in usual condition (m^3/sec.)***	0.031—0.135

* In most cases but one showed more than 98%.
** Observed between 0900 and 1600 hour.
*** Measured with flow-meter method.

From April to August, 1957, an intensive morphometry of the experimental section was performed when the flow showed rather usual discharge. The discharge itself of the period showed almost every grade of discharge of the period of the year's experiment. The average width and depth of the stream at pools were thus summarized considering the weight of each measured value. As for chemical characters of water of the stream, seasonal surveys were performed.

Table 2. Information of trout fingerlings stocked.

Species	Rainbow trout	Brook trout
Date of hatching	Dec. 25, 1956	Jan. 5, 1957
Reared period in days before stocking	126	115
Age of parents	4	2—3
Size of samples measured	100	100
Total length, av. (cm)	6.3	4.8
C.V. (%)	6.4	10.1
Body weight, av. (g)	2.3	1.0
C.V. (%)	20.8	34.8

The fingerlings to be stocked were sent to a rearing pond of the Freshwater Fisheries Research Laboratory from that of Oizumi Trout Hatchery. They were marked by finclipping at Hinomati, where the laboratory stood. After five days rearing in the pond, they were sent to the experimental brook to be released.

Table 3. Number and mark of rainbow and brook trout fingerlings stocked for each section of the experimental area.

Species	Rainbow trout		Brook trout	
Stocking section	I	II	I	II
Number released	1,000	500	1,000	500
Marking	Adipose fin cut.	Left ventral fin cut.	No mark	Adipose fin cut.

Number of stocking fingerlings was divided in two parts, one for the upper section, the other for the lower section. The ratio of the size of the two released population was decided as 1/2 so that the expected density of population in each section might be the same—the length of the upper experimental section was 144 m., while the lower 333, the ratio of the length of the upper experimental section to that of the lower was thus roughly 1:2.

Two kinds of trout fingerlings, rainbow trout *Salmo gairdneri* and brook trout *Salvelinus fontinalis*, which had been reared before stocking at the Oizumi Trout Hatchery of the Tokyo University of Fisheries were marked by finclipping in two ways (Table 2, 3).

The number of fingerlings to be released to the experimental section, which was divided into two, was determined (Table 4) after planting table induced by Embody (1928). Concerning the determination of topographic and hydrographic characteristics the following measurements were made— the length and width of the stream were measured directly using a tape-measure or a measuring rope, as for determination of slope of river bed or gradient of water surface the vertical distance of water level between continuing two pools were measured. The grade or size of pools should actually be classified into various ranks individually, however, for merely a technical reason that, being the first experimental year, the detailed features of the experimental area were not known precisely and the whole section was designated to be class A, in

Table 4. Determination of number of fingerlings to be planted for the experimental section of the brook Takisawa.

Adopted designation of the experimental section and its unit stocking number after planting table (Embody, 1928) for three inch fingerlings.		Determination of actual stocking number					
Designation	Number	Length in mile	Number to be planted to the experimental section	Average size of available fingerlings	Size factor to be applied	Number of fingerlings for the given area	Final-adopted number
Stream width in foot: 10 Grade of pool or section: A Food grade of section: 1	1,440 (per mile)	0.294	427	2 inches	6	2,562	3,000

the same way the grade of food for the section was decided to be Grade 1, and the stocking number was determined as seen in Table 4.

Stocking was made in 1st May, 1957, into each uppermost pool of the two sections, the total stocking number was distributed to the proportionate length of the two sections. It was suggested that the fingerlings released to the upper experimental section (Section II) might mingle to that of the lower (Section I) in the course of experiment owing to downward migration. As was reported in the previous paper (Onodera, 1958), though it was not effective, a trap for fishes migrating downstream was set to the lowest extremities of the entire experimental section in purpose of seizing the escaping fishes from the lower experimental section.

Flood and its effect on the setting of serial research period

"Floods" were defined as those discharge which attained as much as or more than three times of yearly average of daily discharge, and or as much as or more than three times of discharge of the day before the flood occurred. In 1957, continued daily record of water level were not made, therefore after testing the high correlation of the discharge of Takisawa brook with that of Nakatu-gawa River to which Takisawa joins, the daily discharge record of Nakatu-gawa at Tasiro Power Station which was situated about 1.5 Km. distant from the experimental section, was used to represent the daily change of dischange at Takisawa brook.

Usually water-level of the Takisawa brook showed the value as high as 0.15 to 0.26 m. at observing station just upstream from the trap (Fig. 2). The width between the banks of the stream at the station between which floods filled with themselves, was 5.5 m.

In case of flood, the flowmeter showed the velocity of 1.35~1.49 m/sec just a little outside of a bank of the stream towards the center of flow.

The precipitation was measured at Hanabara, Kanagawa Prefecture, by a branch

Table 5. The description of floods in the Takisawa brook.

Nos. of flood	Date	Maximal* water-level (m)	Maximal* discharge (m^3/sec)	Precipitation** (mm)	Magnitude***
First flood	May 20	0.90	6.57	165	49 times
Second flood	June 27, 28	1.00	8.10	267.5	60 times
Third flood	Sep. 7	—	—	32.3	—
Fourth flood	Sep. 12	—	—	132.6	—

* Observed at 14 h.

** The values indicate the total amounts of rainfall during two or three days before the flood occurred.

*** The magnitude is of that which were compared with larger one of usual discharges which were ranging from 0.135 to 0.031 m^3/sec.

Table 6. The research periods divided.

Period	Date	Progressed days after stocking	Remarks
First period	May 1 May 19	0 18	The day of stocking The period's corrective coefficient of discovery measured: k_{pt}—, k_{tt}—.*
1st Flood	May 20	19	
Second period	May 22 June 15 June 24	21 45 54	First experimental fishing was performed with an encircling net. Measured k_{pt}, 1.249; k_{tt},—.
2nd Flood	June 27 June 28	57 58	
Third period	July 2 Aug. 2 Sep. 6	62 93 128	Second experimental fishing, encircling net. k_{pt}, 1.10;7 k_{tt}, 0.8869.
3rd & 4th Flood	Sep. 7 Sep. 12	129 134	
Fourth period	Nov. 7 Dec. 8	190 221	Third experimental fishing, angling. k_{pt}, 1.067; k_{tt}, 0.9632. Final experimental fishing, angling.

* As for corrective coefficient of discovery, see the text.

station of the Yokohama Weather Observatory, located 2.5Km distant from the experimental section. Some features of floods at their maximum size were shown in Table 5.

To apply corrective coefficient of discovery (ONODERA, 1958) against directly observed number of stocked and surviving trout fingerlings, those remarkable days before and after which the corrective coefficient differ highly were assumed to be epoch-making days of the surveying period. Factors having effect to change the coefficient were assumed to be both flood and method of experimental fishing. Therefore, to apply coefficient of discovery, the research period were divided into several parts on which duration respectively different values of correction were applied. The division of the period was shown in Table 6.

Survival number eye-appraised and its adjustment

Observed and eye-appraised number of the trout survivors were shown in Table 7.

The distinction of fish species was made clearly by means of tone and pattern of color and mark on lateral and dorsal body sides of fingerlings.

Both A14 and A10 were stocking pools of the upper- and lower- experimental

Table 7. Basic data of the observed and eye-appraised number of survived trout fingerlings with adjusted number, Takisawa brook, 1957.

Subsection	Date on which visual observation was performed																							
	V. 3				V. 10				V. 19				V. 22				V. 31				VI. 9			
	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	HK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m
A 14	425*	425*	0	0	375*	350*	0	0	275*	275*	0	0	125*	15*	0	0	75*	8*	0	0	70*	8*	0	0
C 32—B 14	2	1	1	0	10	14	6	0	43	33	10	0	68	22	6	0	50	9	7	0	70	12	19	0
A 13—C 26	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	11	10	3	1	12	0	7	2	15	2	6	0
A 12—B 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	7	0	10	2	3	1	11	4	7	0
C 32—B 12	2	1	1	0	10	14	7	1	43	33	10	0	87	36	16	1	72	11	17	3	96	18	32	0
			32***	**3**			**32**	**3**			**32**	**3**			**32**	**3**			**32**					**1**
A 14—B 12	425*	425*	1	0	375*	350*	7	1	275*	275*	10	0	125*	15*	16	1	75*	8*	17	3	70*	8*	32	0
	+2	+1	**32**	**3**	+10	+14	**32**	**3**	+43	+33	**32**	**3**	+87	+36	**32**	**3**	+72	+11	**32**		+96	+18		**1**
A 10	750*	750*	0	0	200*	150*	0	0	200*	150*	0	0	40*	15*	0	0	25*	8*	0	0	25*	4*	0	0
C 25—B 11	40*	50*	0	0	250*	250*	1	0	260*	200*	0	1	125*	40*	0	0	40*	20*	1	1	45*	28*	1	0
	+1	+3			+10	+1			+17	+14			+12	+15			+10	+3			+16			
C 23—B 8	0	4	2	0	3	4	8	0	11	14	6	0	54	18	6	1	46	18	5	1	52	14	2	1
B 7—B 5	0	1	1	0	0	0	16	0	1	1	10	0	16	8	4	0	26	5	4	0	28	6	9	0
C 13—C 8	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	11	5	4	0	11	3	7	0	7	3	5	0
B 3—C 5	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	1	1	3	0	10	4	5	0	6	3	5	0
B 2—C 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	1	1	0
C 3—C 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	4	5	0	0
C 25—C 2	40*	50*	3	0	250*	250*	42	0	260*	200*	16	1	125*	40*	17	1	40*	20*	22	2	45*	28*	23	1
	+1	+8		**3**	+13	+6		**3**	+29	+30		**3**	+94	+47		**3**	+108	+36	**23**		+118	+32		**4**
A 10—C 2	790*	800*	3	0	450*	400*	42	0	460*	350*	16	1	165*	55*	17	1	65*	28*	22	2	70*	31*	23	1
	+1	+8	**42**	3	+13	+6		**3**	+29	+30	31	**3**	+94	+47	**31**	**3**	+108	+36	**23**		+118	+32		**4**
C 32—C 2	790*	800*	4	0	450*	400*	49	1	460*	350*	26	1	165*	55*	33	2	65*	28*	39	5	70*	31*	55	1
	+3	+9	**74**	**6**	+23	+20	**74**	**6**	+72	+63	**63**	**6**	+181	+83	**63**	**6**	+180	+47	**55**		+214	+50		**5**
A 14—C 2	1215*	1225*	4	0	825*	750*	49	1	735*	625*	26	1	290*	70*	33	2	140*	35*	39	5	140*	39*	55	1
	+3	+9	**74**	**6**	+23	+20	**74**	**6**	+72	+63	**63**	**6**	+181	+83	**63**	**6**	+180	+47	**55**		+214	+50		**5**

* Observed number having some range and expressed as a single average of the two extrimities of the range.

** Number of fish caught by angling or with hoop net and yet eliminated from the test stream are shown in parentheses.

*** Figures in Gothic type are those adjusted.

Table 7. Continued

Subsection	Date on which visual observation was performed																			
	VI. 24				VII. 2				VII. 30				XI. 8				XII. 8			
	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m	RB_s	BK_s	RB_n	RB_m
A 14	60*	4*	0	0	45*	4*	0	0	25*	1	0	0	13(10)** 17	1	0	0	7(6)	0	0	0
C 32—B 14 A 13—C 26 A 12—B 12	53 11 13	16 2 3	11 3 1	1 0 0	28 13 14	3 0 0	2 1 2	0 0 0	25 12 11	4 1 0	0 2 4	0 0 0	18 4(2) 6	0 0 0	0 2(2) 0	0 0 0	9(4) 10(3) 1(1)	0 0 0	0 1(1) 0	0 0 0
C 32—B 12	77	21	15	1	55	3	5	0	48	5	6	0	28(2)	0	2(2)	0	20(8)	0	1(1)	0
A 14—B 12	60* +77	4* +21	15	1	45* +55	4* +3	5	0	25* +48	6	6	0	41(12)	1(1)	2(2)	0	27(14)	0	1(1)	0
A 10	25*	0	0	0	15*	0	0	0	8	0	0	0	6(4)	0	1	0	3(2)	0	0	0
C 25—B 11 C 23—B 8 B 7—B 5 C 13—C 8 B 3—C 5 B 2—C 4 C 3—C 2	45*+41 41 7 16 36 7 5	25* 20 6 10 10 3 4	0 15 24 11 11 8 2	3 0 0 0 0 0 0	15*+8 23 30 8 9 14 6	8* 1 2 0 0 0 2	5* 1 9 5 4 3 0	0 1 0 0 0 1 0	25 22 22 9 34 9 7	3 2 4 0 0 0 0	4 6 11 7 10 0 0	1 1 0 0 1 2 0	11(3) 9(1) 13(1) 10 4 1 2	2 2(1) 0 0 0 0 0	0 0 1(1) 0 0 0 0	4(2) 0 0 1 0 0 0	14(10) 3(2) 5(4) 2 6(2) 4(1) 2	0 0 0 0 0 0 0	0 1(1) 0 3(3) 4(4) 1(1) 0	0 0 0 0 0 0 0
C 25—C 2	45* +153	25* +53	71	3 4	15* +98	8* +5	5* +22	2 5	128	9	38	5	50(5)	4(1)	1(1)	5(2)	36(19)	0	9(9)	0
A 10—C 2	70* +153	25* +53	71	3 4	30* +98	8* +5	5* +22	2 5	136	9	38	5	56(9)	4(1)	1(1)	5(2)	39(21)	0	9(9)	0
C 32—C 2	70* +230	25* +74	86	4 5	30* +153	8* +8	5* +27	2 5	184	14	44	5	84(11)	4(1)	3(3)	5(2)	59(29)	0	10(10)	0
A 14—C 2	130* +230	29* +74	86	4 5	75* +153	12* +8	5* +27	2 5	25* +184	15	44	5	97(21)	5(2)	3(3)	5(2)	66(35)	0	10(10)	0

sections, which were named section II and section I respectively. Section II and section I were subdivided into subsections having, about 50 m. length, to examine the mode of dispersion of survived trout fingerlings. As for the location of the pools see the Figs. 1 and 2.

RB_s, BK_s, RB_n, and RB_m mean rainbow trout stocked, brook trout stocked, rainbow trout naturally propagated, and mature rainbow trout respectively. The former three are all fingerlings, or the young-of-the-year fishes, while the lattermost one means yearlings or more than one year old adult fishes of trout which had been released in the preceding years by the Nakatu Fishery Cooperative Association.

Asterisked numbers are simple averages of the two extrimities of observed numbers, having some range, of trout survivor of each pool or subsection; the numbers are expressed as the simple total of survived trout fingerlings of pools included in each subsection. Numbers without asterisk are those rather reliable numbers or sum of them; they were measured in those cases that the survivors observed at certain pools of which population were less than about thirty, and the errors of eye-appraisal against true value were between 0.4 and −0.4 (Oonodera, 1958), and the sum of them was assumed to diminish the error of appraisal accompanied. On the other hand, in case of such pools contained more than 100 fingerlings, the error of observation could not be estimated and median number have not any assurance of reliability. Therefore, as basic data, asterisked number was dealt as different term from that of non-asterisked.

In each experimental fishing, fingerlings caught were released again to the test stream after receiving morphometry. The morphometry was made after the treatment of the caught fingerlings with 0.5% urethane. The narcosis had always no harmful effect on the recovery of the fingerlings. When this experimental fishing was made by angling and the hooked fish were taken off from the stream, and moreover no recruitment could be taken into account, the population number exist on the preceding days could never be less than those following days logically

Suppose C_t be caught and taken off number of the survivors of the released trout from the experimental stream of the date t on which experimental fishing was performed, $(N-C)_t'$ the precisely observed and having no error number in the stream after the test fishing was performed on the same date, and $(N-C)_t'+C_t$ makes N_t, where it denotes the true population size of survivors, then the formula:

$$N_t=(N-C)_t'+C_t\leqq(N-C)_{t-i}'+C_{t-i}=N_{t-i} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

is quite good and reasonable.

Therefore, if we had data having relation:

$$(N-C)_{t-i}'-C_t<0$$

something should have been wrong with the former observation that was performed on the data $(t-i)$.

And at least $(N-C)_{t-i}'$ should be corrected to

$$(N-C)_{t-i}'-C_t=0, \quad \text{or}$$
$$(N-C)_{t-i}'=C_t .$$

The data taken in the experimental fishings performed on and after Nov. 7 were likely to be those case and the observed numbers were seemed to need adjustment, however, it was certain, as will be stated below, that RB_n fingerlings could not be distinguished from RB_s in later period, therefore superificial phenomenon that RB_n number on Nov. 8 was smaller than that on Dec. 8 should not be taken literally; it seemed more truthful that from population of RB_s+RB_n, the authors could obtain 24 specimens on Nov. 8 and 45 on Dec. 8, among which RB_n were contained 3 on Nov. 8 and 10 on Dec. 8. Consequently no adjustment was needed concerning RB_n of the fourth experimental period.

On the other hand the released fingerlings could migrate downstream from any pool including stocking pools, while, between several serial pools between which only a little stream level difference could be measured, the fingerlings were assumed and sometimes proved to be capable of migrating upstream.

Generally, the upstream migration was impossible from the lower- to the upper-experimental sections owing to the presence of vertical waterfall having height of about 8.5 m and as well from the following pools to the stocking pools, then the above mentioned *logic* may be taken to be provable only in cases of the uppermost stocking pool, whole the upper experimental section including the stocking pool, as well as the entire experimental section, and consequently the adjustment of the observed number in the fishing period having angling test fishing, in which caught fishes were eliminated from the experimental section, was made according to these sectionning.

The adjustment was thus applied to the observed number of adult fish which, with the exception of the last experimental fishing, were never eliminated from the stream.

In case of RB_n fingerlings, they grow rapidly and proved to be overlapping in both total length and body weight (Table 8) with released rainbow trout fingerlings within 44 days after stocking. Consequently the distinction of both of them made by observer with water glass on and after June 14, the 45th day of stocking, should be doubted.

If one examine the data in Table 8, the size range of RB_n and RB_s in total length and body weight would be found overlapping from 10.0 to 52.9% since June 15 in section I, and as for the section II little overlapping is found.

The distinction of RB_n from RB_s was rather reliable in section I, because of the clearly observed habitat segregation of RB_n against RB_s, since the authors found out RB_n at first, i. e. May 8, till June 14, the first experimental fishing of the year. Though the size-overlapping was not fully observed, the overlapping of home range was found again in section II since the observations made on June 13 (Fig. 3, 4).

Table 8. Range of total length and body weight, rainbow trout fingerlings, Takisawa-brook, 1957.

	Experimental section	Date	RB_s Number measured	RB_s Max.	RB_s Min.	RB_n Number measured	RB_n Max.	RB_n Min.	$RB_s + RB_n$ Total number	$RB_s + RB_n$ Overlapping range	$RB_s + RB_n$ Number included in the range	$RB_s + RB_n$ The included number in %
Total length in cm.	II	VI. 14	84	10.7	6.6	17	6.2	4.1	101	No overlapping	0	0
		VIII. 1	51	15.0	8.2	13	8.8	5.9	63	8.8—8.2	3(2RB_s + 1RB_n)	4.8
		XI. 8	12	17.5	11.2	2	9.3	8.4	14	No overlapping	0	0
		XII. 8	11	22.4	12.0	1	10.4	?	12	No overlapping	0	0
	I	VI. 15	57	9.9	6.1	3	6.9	4.7	60	6.9—6.1	6(5 + 1)	10.0
		VIII. 2	60	15.5	6.6	27	8.7	5.9	87*	8.7—6.6	46(22 + 24)	52.9
		XI. 7	9	22.0	9.5	1	?	8.4	10	?	?	?
		XI. 26	15	15.0	9.2	2	11.1	9.0	17**	11.1—9.2	3(2 + 1)	17.1
		XII. 7	19	20.9	10.2	7	10.8	7.3	26	10.8—10.2	5(1 + 4)	18.5
Body weight in gm.	II	VI. 14	84	13.5	3.0	17	2.5	1.0	101	No overlapping	0	0
		VIII. 1	51	37.0	6.1	13	6.6	2.3	63	6.6—6.1	3(2 — 1)	4.8
		XI. 8	12	44.0	15.4	2	7.2	5.3	14	No overlapping	0	0
		XII. 8	11	123.4	17.6	1	10.3	?	12	No overlapping	0	0
	I	VI. 15	57	9.0	2.5	3	3.0	1.5	60	3.0— 2.5	8(7 + 1)	13.3
		VIII. 2	49	50.6	3.3	18	6.6	2.3	67*	6.6— 3.3	30(17 + 13)	44.8
		XI. 7	9	106.0	8.0	1	?	5.7	10	?	?	0
		XI. 26	14	31.2	7.3	2	11.9	6.6	16**	11.9— 7.3	4(3 + 1)	25.0
		XII. 7	19	83.9	9.6	4	12.4	9.8	23	9.7—12.4	6(2 + 4)	26.1

*, ** Some were fixed in the course of morphometry and the corresponding numbers measured by total length and body weight did not coinside each other between the items asterisked identically.

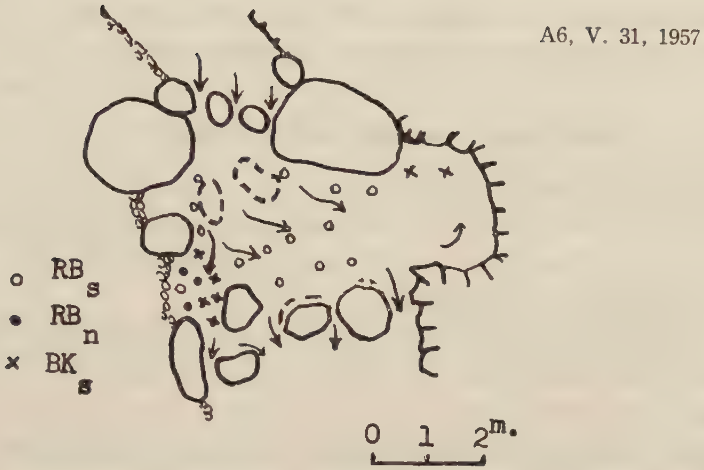


Fig. 3. Distribution of fingerlings specifically made at A6 pool, section I, on May 31, 1957. A large RB_3 was able to invade into the home range of RB_n. On the contrary, RB_n could never change their place into the principal home range of RB_3.

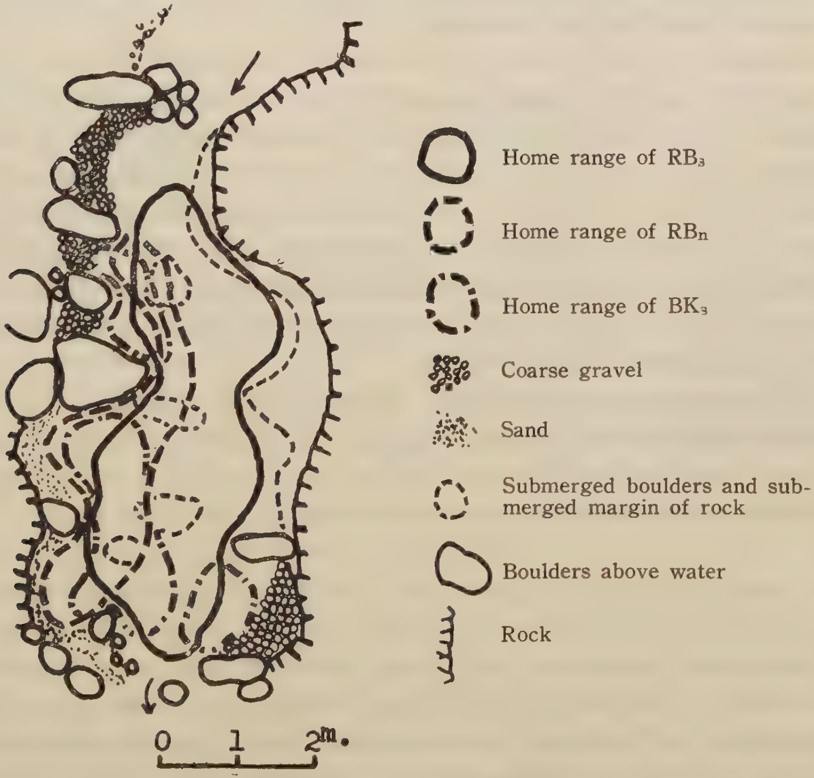


Fig. 4. Observed home ranges overlapping among RB_3, RB_n, and BK_3 at B14 pool, section II, on June 13, 1957.

It should be noted that the home range of RB_n removed towards the stream line and occupied more central position than that occupied by BK_3. The situation was reversed in earlier days (Onodera and Ueno, MS.), an example of which would be seen in Fig. 3.

Thus the adjustment of observed number of RB_n before the 45th day of stocking was again applied to them following the formula (1) mentioned above.

Correction of apparent survival number

It was reported in the preceding paper that the discovery rate and corrective coefficient of discovery should be applied to the total number of fingerlings found in an individual pool or in the whole upper- or the lower- experimental section.

The correction was not made specifically.

Presence of RB_n fingerlings was never anticipated at the beginning of the experiment, however, once they were found, the observation became precise and the number of RB_n fingerlings found became larger and larger time by time of survivor observation. On the other hand, as mentioned above, as RB_n grew rapidly, their size and their range of distribution in microhabitat became overlapped to that of RB_s fingerlings increasing the chance of mingling a part of observed number of RB_n to that of RB_s number, therefore, even the corrected survival rate may become not to represent true survival rate of released fingerlings.

As observed fingerlings which were naturally propagated were enumerated inseparably from that of stocked especially in later periods, the survival rate induced with these survival number may represent an overestimated value as the survival rate for the released fingerlings. The initial stocked number was considered then to be corrected as stocked number of RB_s plus the largest population size of RB_n ever observed during the period within which the distinction of RB_n from RB_s was possible. Even if the largest number observed on RB_n may not be verified number, as it receives correction with corrective coefficient, the problem of adopting unverified number concerning RB_n may diminish.

Thus as mentioned above, yet with one more safe standpoint, the adjustment was applied again to the observed number of naturally propagated rainbow trout fingerlings during the period between the date of stocking and the first experimental fishing following the principle of adjustment of data adopted in the fourth experimental period.

It is noted that the sum of $RB_s + RB_n$ in the entire experimental section (A14-C2) is larger on June 24 than that on May 31 and on June 9, however, this must be taken for error of observation, and the data have no reason of adjustment.

The initial stocking number of RB_s was thus adjusted to the sum of the actual released number and the largest observed number of RB_n, those are 532 for the upper section and 1,042 for the lower section, and in total 1,574.

Further it was considered that the adjustment of observed data concerning $RB_s +$ RB_n as well as in case of eliminating fishing on date t might be possible making use of that of on $(t-i)$, while it could not be done vice versa, for the population size of survivor should not be larger on date $(t+j)$ than that on date t.

Finally it was again considered that, owing to the lack of further observation following the terminal observation, the reliability of terminal observation itself could not be verified. Thus it would be considered that the final day of this experiment might have been determined to be Nov. 8, and the period of reliable experiment be ranged to 191 days. However, as will be described later, descrepancy of observed number could never be eliminated and if we obey the principle which would easily be derived from the formula (1):

$$N_t = (N-C)_t' + C_{t-t} \qquad \text{..........(2)}$$

the adjustment of *would-be* population size of fingerlings would be made just as would be seen on that of the finishing day of the experimental fishing in Table 9 and 10.

Corrective coefficient measured and its application to apparent survival number actually observed

The total number observed was induced from Table 7 and arranged to make Table 9 and 10, following the sectionning of the area and the period mentioned above. At a glance of Table 9, the gradual decrease of $N_{t(n)}'$ is not seen apparently. Yet there is no reason to adjust these fluctuation of survival number, neither actually any method. Therefore if we remember that the observation of survivor was made more than twice at each pool on any days of observation, we had to accept the data obtained and the error of observation accompanied by chance, however great the latter may be.

On the other hand, as mentioned above, the survival rate observed in the section I has limited real significance because the inhabited fishes in the section were proved not to be the only fingerlings that were released to the section (Table 13), the survival rate is only significant in case of section II and the entire section, i. e. I+II.

Finally, the survival number observed on the days nearest before and behind the floods were taken for the representative size of the fishing and starting population of each period.

As for the error of estimation of size of survivor population in the fourth experimental period, the following proceduce was suggested.

It may well be considered:

$$N_1 = (N-C)_1'/r + C_1 \qquad \text{..........(3)}$$

$$N_2 = (N-C)_2'/r + C_2 \qquad \text{..........(4)}$$

where N_1 denotes the population size in a certain pool or section on date t_1, C_1 the caught and eliminated part of population from N_1 on the same date in the same area, $(N-C)_1'$ denotes the observed number of a population in the same space and time after a experimental fishing was performed, N_2, C_2, $(N-C)_2'$ are corresponding values to N_1, C_1, $(N-C)_1'$ respectively on date t_2, and r the discovery rate of certain period during which t_1 and t_2 are included.

Then, suppose the formula (3) implies the relation between observed values of

Table 9. Survival rate of rainbow trout fingerlings stocked, Takisawa brook, 1957

Section	Survival rate measured	May 3 (2)*	May 10 (9)	May 19 (18)	May 20 (19)	May 22 (21)	May 31 (30)	Jun. 9 (39)	Jun. 24 (54)	Jun. 27, 8 (57, 8)	Jul. 2 (62)	Jul. 30 (90)	Sep. 7 (129)	Sep. 12 (134)	Nov. 8 (191)	Dec. 8 (221)
II	Total number** observed, $N_{t(n)}'$	459	417	350		244	179	198	152		105	79			43(14)‡	28(15), **42**†
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$***	0.863	0.784	0.658		0.459			0.286		0.197	0.148			0.081	0.079
	Apparent mortality rate, $1\text{-}s_n'$	0.137	†††	0.238		0.303			0.377		0.309	0.248			0.456	0.023
	Discovery rate of period $r_{t(n)}$	—††		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, $k_{pt}=1/r_{t(n)}$			—		1.249			1.249		1.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p=(s_n)_\varepsilon \cdot k_{pt}$	—		—		.573			0.357		0.218	0.164			0.086	0.084
	Corrective coefficient, $k_{tt}=r_{t(n-1)}/r_{t(n)}$	—		—		—			—		0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n=1-s_n'\cdot k_{tt}$	—		—		—			—		0.387	0.333			0.476	0.069
I	Total number observed, $N_{t(n)}'$	833	505	520	First flood	290	196	211	294	Second flood	155	174	Third flood	Fourth flood	57(10)	48(30), **58**
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$	0.799		0.499		0.278			0.282		0.149	0.167			0.055	0.056
	Apparent mortality rate, $1-s_n'$	0.201		0.376		0.443					0.473				0.672	0.158
	Discovery rate of period, $r_{t(n)}$	—		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, k_{pt}	—		—		1.249			1.249		1.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p$	—		—		0.347			0.352		0.165	0.185			0.059	0.060
	Corrective c efficien , k_{tt}	—		—		—					0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n$	—		—		—					0.533				0.684	0.189
I+II	Total number observed, $N_{t(n)}'$	1292	922	870		534	375	409	446		260	253			100(24)	76(45), **100**
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$	0.821	0.586	0.553		0.339			0.283		0.165	0.161			0.064	0.064
	Apparent mortality rate, $1-s_n'$	0.179		0.327		0.614			0.127		0.442	0.031			0.605	0.000
	Discovery rate f period, $r_{t(n)}$	—		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, k_{pt}	—		—		1.249			1.249		1.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p$	—		—		0.423			0.353		0.183	0.178			0.068	0.068
	Corrective coefficient, k_{tt}	—		—		—			—		0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n$	—		—		—			—		0.504	0.141			0.620	0.037

* Days passed after stocking.

** The survivor of rainbow trout were taken for the sum of RB_s and RB_n, so were the case in the initial stocking number (in detail, see the text).

*** $(s_n)_p=N_{t(n)}/P$, $s_n'=N_{t(n)}'/N_{t(n-1)}'$, $r_{t(n)}=1-\varepsilon_{it(n)}$, where $N_{t(n)}'$ denotes observed number of trout fingerlings at time $t(n)$, P the initial number of trout fingerlings released and $\varepsilon_{it(n)}$ the error of estimation of population size in the survey section i, at time $t(n)$, in detail see ONODERA (1958).

† These figures in Gothic type denote the adjusted number on the finishing date of the experiment. The adjustment was made following the the formula: $N_{t(n)} \doteqdot N_{t(n)}'+C_{t(n-1)}$, the equation would be assumed to be true especially on the fourth experimental period, if we refer the text. On the fourth period, $N' \doteqdot N$, however, the discovery rate of this period was estimated very little smaller than 1.0000, i.e. 0.9375, and the same correction made as in cases of the previous periods was applied.

†† Blank spaces indicated by—, are those not to be filled for lack of data.

††† Blank spaces having no figure or mark, are those not to be filled by the estimates computed through inadequate measures obtained. In these cases, figures described on any rather blank column are those rather inadequate one .

‡ Of total number observed, $C_{t(n)}$, the eliminated number *in the fourth period*, was distinguished in parentheses.

Table 10. Survival rate of stocked brook trout fingerlings, Takisawa-brook, 1957.

Section	Survival rate measured	May 3 (2)	May 10 (9)	May 19 (18)	May 20 (19)	May 22 (21)	May 31 (30)	Jun. 9 (39)	Jun. 24 (54)	Jun. 27, 8 (57. 8)	Jul. 2 (62)	Jul. 30 (90)	Sep. 7 (129)	Sep. 12 (134)	Nov. 8 (191)	Dec. 8 (221)
II	Total number observed, $N_{t(n)}'$	426	364	308		51	19	26	25		7	6			1(1)	0, **1**
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$	0.852	0.728	0.616		0.102			0.050		0.014	0.012			0.002	0.002
	Apparent mortality rate, $1-s_n'$	0.148		0.277		0.834			0.510		0.720	0.143			0.833	0.000
	Discovery rate of period, $r_{t(n)}$	—		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, $k_{pt}=1/r_{t(n)}$	—		—		1.249			1.249		1.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p=(s_n)_\varepsilon \cdot k_{pt}$	—		—		0.123			0.062		0.015	0.013			0.002	0.002
	Corrective coefficient, $k_{tt}=r_{t(n-1)}/r_{t(n)}$	—		—		—			—		0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n=1-s_n' \cdot k_{tt}$	—		—		—			—		0.752	0.240			0.839	0.037
I	Total number observed, $N_{t(n)}'$	808	406	380	First flood	102	64	63	78	Second flood	13	9	Third flood	Fourth flood	4(1)	0, **1**
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$	0.808	0.406	0.380		0.102			0.078		0.013	0.009			0.004	0.001
	Apparent mortality rate, $1-s_n'$	0.192		0.530		0.732			0.235		0.833	0.308			0.556	0.750
	Discovery rate of period, $r_{t(n)}$	—		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, k_{pt}	—		—		1.249			1.249		0.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p$	—		—		0.123			0.097		0.014	0.010			0.004	0.001
	Corrective coefficient, k_{tt}	—		—		—			—		0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n$	—		—		—			—		0.848	0.386			0.572	0.076
I+II	Total number observed, $N_{t(n)}'$	1234	770	688		153	82	89	103		20	15			5(2)	0, **2**
	Apparent survival rate, $(s_n)_\varepsilon$	0.823	0.513	0.459		0.102			0.069		0.013	0.010			0.003	0.001
	Apparent mortality rate, $1-s_n'$	0.177		0.442		0.778			0.327		0.816	0.250			0.667	0.600
	Discovery rate of period, $r_{t(n)}$	—		—		0.8009			0.8009		0.9030	0.9030			0.9375	0.9375
	Corrective coefficient, k_{pt}	—		—		1.249			1.249		1.107	1.107			1.067	1.067
	True survival rate, $(s_n)_p$	—		—		0.123			0.086		0.014	0.011			0.003	0.001
	Corrective coefficient, k_{tt}	—		—		—			—		0.8869	0.8869			0.9632	0.9632
	True mortality rate, $1-s_n$	—		—		—			—		0.837	0.335			0.679	0.615

Into the section II, 500 brook trout fingerlings were released, while 1,000 were released into the section I. For detailed explanation, see Table 9.

survivor survey made on Nov. 8, and while (4) on Dec. 8, then the following equations may be established from those data seen in Table 7:

$$N_1=79/r+26 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Nov. 8}$$

$$N_2=31/r+45 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Dec. 8}.$$

To induce these relations, the following assumption was made that (1) RB_s, RB_n and BK_s might have the same chance to be observed, (2) in these period during which these fingerlings had about one year age, they might have fully developed their behavior of inhabiting some definite pools, and (3) the population might have attained to some balance against environment, and consequently (4) provided no violent change of weather had occurred within these interval, the population size in tne section might not change from t_1 to t_2.

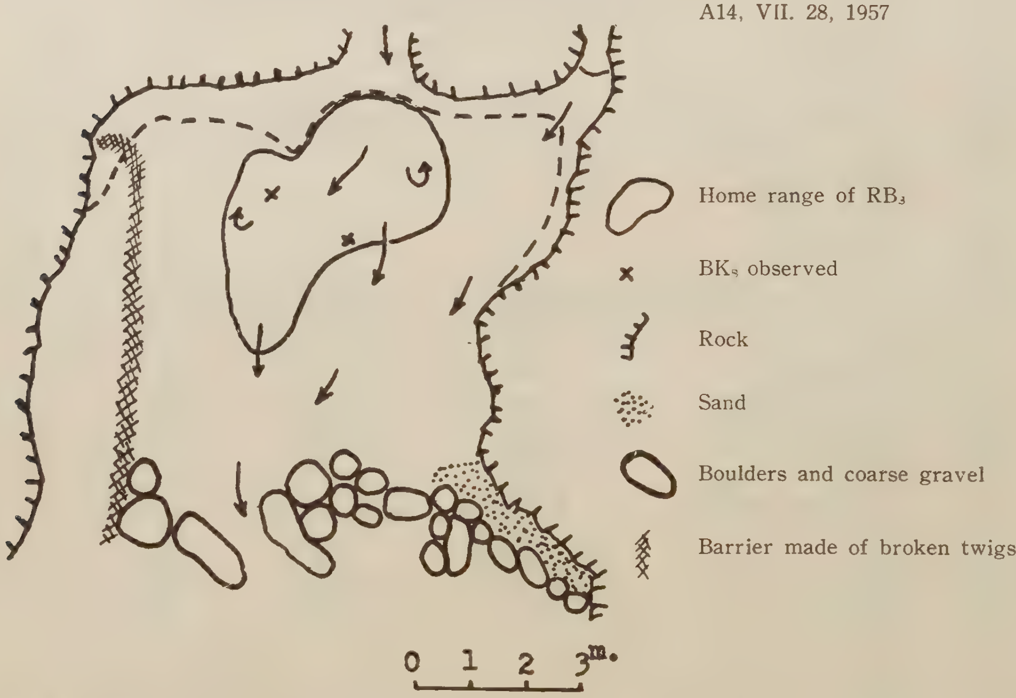


Fig. 5. Two BK_s were found mingled with more than thirty individuals of RB_s at A14 pool, section II, on July 28, 1957.
The habitat segregation ever observed had been diminished.

On the other hand many independent observations gave the evidence to make these assumptions veritable, and for the first assumption it was observed on July 28 that two brook trout were swimming to and fro quite mingling to a school of rainbow trout in the A14 pool (Fig. 5), and as for RB_n and RB_s considerable facts were described above, secondly the authors had to change fishing method of experimental fishing from encircling net to angling or hoop net, because it was recognized that even if the authors had droven out them to catch with the net from a shelter of a

rock under or behind which trout fingerlings concealed themselves, they again returned to the same place after escaping here and there around the shelters of rocks inside the pools till at last the authors and cooperative workers give up driving them. In these developmental stages the survivors were surely found in a definite place.

Thirdly, the balance or equilibrium of trout fingerling population against the environment of the test stream was suggested by apparent decrease of mortality as will be mentioned below. And fourthly, since any severe change of weather did not occur, these assumption might well be proved to be true.

Then the equation:

$$(N-C)_1'/r=N_2$$

would be suggested, and

$$79/r=31/r+45$$

may be induced, thus

$$r=0.9375$$

is resulted. This rate was assumed to be the representative discovery rate of the fourth experimental period.

As for the discovery rates that should be applied in the periods from the first to the third, the previous paper had already dealt; it should be stated however that the rate once missed to measure would never recovered in case of conditions at which large population inhabited in pools.

The derivative from discovery rate, or the corrective coefficient of discovery in each period is summarized in Table 6. And the application with some general description is seen in Table 9 and 10.

As was reported in the previous paper, it should be noted that since the discovery rate and consequently a part of corrective coefficient could not be computed for lack of discovery rate in individual pools especially in those larger pools as A 14 or A 10 before the 1st flood had occurred, in which and at that time a larger population was contained, a part of corrective coefficient which should be applied to the section could not be computed. (Table 6, 9, 10). However, corrective coefficient of observed population size which should be applied to estimate survival rate against initial stocking number, k_{pt}, was always found to be larger than 1.0000. And moreover, as the deviation of k_{pt} from 1.0000 has apparently tendency that the value is larger in the earlier stages than the later, so the deviation at the first experimental period should be decidedly larger than 0.249.

To the contrary, the corrective coefficient of period, k_{tt}, or the value which should be applied to the apparent survival rate expressed as the ratio of the last observed number of a population in a given period, at a given pool or section, to that at the beginning in the same period, gradually approaches 1.0000. The same value in the second and the first experimental period should be smaller than 0.8869 (Table 6, 9, 10).

These result should be understood as the logical deduction from the fact that, although errors of observation examined in individual pool were distributed almost evenly between the range from 0.4 to −0.4 in cases of pools containing population size smaller than 30, in those cases that the experimental sections had pools containing larger populations near or more than 100, the errors of observation on the base of sectional level became systematically larger than 0, and was expected to surpass even the upper limit of 0.4 (ONODERA, 1958, Fig. 1, p. 431).

It should again be noted that the corrective coefficient was computed generally, or computed without consideration of species, because, as mentioned above, even if the detection of RB_s and RB_n from BK_s be possible, the detection between the former two was impossible especially in the later periods, and further, because the eye-appraisal of the residual number of individuals in each test catches made at each pool, which had been denoted as $(N-C)'$, was generally impossible to pursue specifically, the coefficient was computed for the total number of fingerlings.

Thus much spaces in Table 9 and 10 were not filled essentially for lack of observed values in certain pools containing large population. On the other hand there were other cases that, as the basic data obtained were inadequate, so the space was taken not to be filled. The inadequancy was introduced chiefly by larger numbers of total survivors in the later experimental days than in the earlier days.

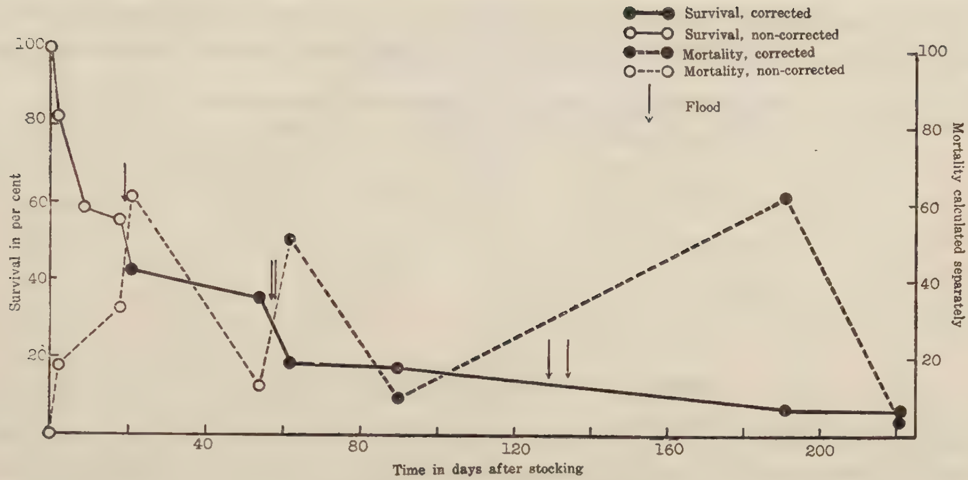
The largest disadvantage for this procedure is that, while the basic data once obtained for the total survivor on a certain day should determine the apparent survival rate, k_{pt}, or the apparent survival rate for the period, k_{tt}, the data itself would fluctuate more than 20%. The case is seen between the brook trout survivor data on May 31 and on June 24, viz. (103−82)/103=0.204 (Table 10). However, the discrepancy would never be avoided.

And thus is was impossible to eliminate the accidental error from the estimating process of survival number which would attain more than 20%.

General features of mortality measured

Relation of flood to mortality. Since, as mentioned above, the true survival curve should be examined according to the sectionning plan such as A14, A14 B12, A14-C2, and, specifically, RB_s+RB_n or BK_s. For the discussion of general features of mortality the survival curve for RB_s+RB_n in the entire section was taken.

Fig. 6 shows the gradual decrease of survived rainbow trout fingerlings as a whole, and rather conspicuous decrease after floods had attacked the released fingerlings. The mortality rate estimated or measured in case of attack of flood, showed the values of more than 61.4% at the first flood, 50.4% at the second and 62% at the third and fourth floods (Table 9). However, as these mortalities should be corrected according to the interval duration between each estimating date of survivor population, if we examine the mortality in Fig. 6, it might be said that the third and fourth



TIME IN DAYS AFTER STOCKING

Fig. 6. Curves of survival and mortality of rainbow trout measured for the entire section, Takisawa brook, 1957.

The mortality is expressed for each research period while the survival is expressed against initial released size of fingerling population. Though mortality as reverse value for $(s_u)_p$ is seen remarkable in occasions of earlier flood, the mortality calculated separately for each research period manifested itself as of nearly the same agnitude.

flood had not much effect on survivor fingerlings, however, as there was no justification that the size of population on Sep. 13, the starting day of the fourth period, was almost the same as that of on Nov. 8, the former date of estimation of population size in the fourth period, the decision might be rather hasty.

To the contrary, the data on the occasions of first and the second flood, they would be relied enough, if only we ignore the problem of necessity of corrective coefficient.

In case of brook trout fingerlings the situation was like this: The mortality rate caused by the first flood should be estimated more than 77.8%, in case of the second flood it was measured as 83.7%, and in the occasions of the third and the fourth flood it was measured as 67.9% (Table 10).

Effect of flood on specific and size dependent mortality. The above mentioned mortality may be summarized and arranged to Table 11. It seemed the mortality occurred severely on brook trout fingerlings apparently, however, if we examine the body size of both species in Table 2, the brook trout fingerlings were remarkably small as compared with rainbow trout fingerlings. And it was doubted which was the true agency which responded the attack of flood and caused the severe mortality, size or species?

While, as for environmental factors, it was not able to determine that the water temperature was not so comfortable to brook trout as to rainbow trout (maximal temperature observed was 20.6°C), and it was supposed that the specific acclimatic

ability to the general environment of Takisawa brook might be larger in case of rainbow trout than that of brook trout, however, they were reserved to be ascertained.

Table 11. The mortality in % estimated or measured on the occasions of flood, Takisawa brook, 1957.

Flood	1st	2nd	3rd & 4th
$RB_s + RB_n$	61.4	50.4	62.0
BK_s	77.8	83.7	67.9

Scouring effect of flood on mortality

General procedure. When the apparent survival number was arranged according to section and species, the each datum obtained on the nearest observing day after flood attack, made the authors suspectful of whether a flood should scour the released fingerlings away or enforth the fingerlings of the upperstream section upon migrating downward section and make them the inhabitants of the lower section.

The survivors' apparent population size in every nearest date before and after flood occurrence was corrected to true size as seen in Table 12.

On the other hand, the data concerning the specific composition on each test fishing was arranged (Table 13), and, though the test fishing were carried on only once or twice or so in each research period and one may suspect of the reliability of

Table 12. Population size of fingerlings eye-appraised and, after receiving proper adjustment, corrected to its true size on the nearest day of observation before or after a flood occurred.*

Flood			First flood		Second flood		Third flood	
Date			before	after	before	after	before	after
			V. 19	V. 22	VI. 24	VII. 2	VII. 30	XI. 8
N, viz.	II	$RB_s + RB_n$	350/?** ≧437	244/0.8009 =305	152/0.8009 =190	105/0.9030 =117	79/0.9030 =88	43/0.9375 =46
		BK_s	308/? ≧385	51/0.8009 =64	25/0.8009 =31	7/0.9030 =8	6/0.9030 =7	1/0.9375 =1
$N'/r_{t(n)}$ or $N'\cdot k_{pt}$	I	$RB_s + RB_n$	520/? ≧650	290/0.8009 =362	294/0.8009 =368	155/0.9030 =173	174/0.9030 =194	57/0.9375 =61
		BK_s	380/? ≧485	102/0.8009 =128	78/0.8009 =98	13/0.9090 =14	9/0.9030 =10	4/0.9375 =4

* As for "proper adjustment" see the text.

** As discussed in the text, the discovery rate for the entire section in the first experimental period could not be estimated owing to the lack of discovery rate in large pools in which a large population had been included. However, apparently the discovery rate for the entire section had tendency that the rate increased as the days after stocking progressed, and consequently the corrective coefficient for total survival decreased, the rate or the coefficient for the second research period were applied for the lowermost estimates for those values in the first period.

Table 13. Trout fingerlings caught in case of test fishing showing specific composition and, especially for the section I, migrated or scoured fingerlings into the section I from the section II.

Date of test fishing		VI. 14, 15	VIII. 1, 2	XI. 7, 8	XI. 26, 27	XII. 7, 8
RB_3	II*	84	51	12	—	12
	I*	58(1)**	57(6)	9(1)	15(5)	19(3)
RB_4	II	17	16	2	—	1
	I	3	30	1	2	8
BK_3	II	19	4	1	—	0
	I	37(1)	7(0)	1(0)	5(0)	0

* The designation of the experimental sections.

** The number in parentheses show the number of fingerlings migrated or scoured into the section I from the section II, which was found out of all fingerlings examined in the section I in each test fishing. The number outside parentheses include the number in parentheses. In detail, see the text.

Table 14. The ratio of mingling examined with trout fingerlings migrated downstream to the trap.

Period of observation*	V. 27—VI. 27		VI. 29—VIII. 1
Research period	Second		Third
Trap examined**	Trap for ordinary flow		Trap for flood
Species	RB_3	BK_3	RB_3
Mingling ratio***	6/12	0/2	4/9—5/9†

* The observation was not made on every day. It was made frequently in earlier days and sporadically in later days. However, all the case was gathered together indiscriminately expecting the ratio would have had a randomized process.

** The trap for migrating fingerlings was constracted with two parts, one was a part worked at ordinary flow while the other was made to work in the occasion of flood. After the second flood had attacked the trap, the part for ordinary flow stopped to work and, in its place, that of for flood began to work at ordinary discharge.

*** The value of ratio of fingerlings migrated downstream from the section II to the section I and caught at the trap to those all fingerlings caught there including the former. The trap was situated outside the lowest extrimities of the experimental area and the value was supposed to indicate the chance of migrating downstream with fingerlings of section II in comparison with total migrating fingerlings.

† Of all 9 fingerlings 4 were found dead. Of the dead 4, 1 was found damaged at its abdomen, and consequently the mark of ventral finclipping that implied the released fish into the section II, could not be ascertained.

representativeness of the ratio of composition, if it be remembered that the sectionning of period was made according to flood which had been suspected of having much effect on life of fingerlings overwhelming the usual mode of life, and otherwise it was seen only calm and ceaseless downstream migration (Table 14) which was assumed

to be the result of competition in requirement for the condition of life. the ratio of composition induced from Table 13 should be justified under the restriction of capable test fishing which could be carried on only once or twice in each research period.

The ratio of mingling of descended rainbow trout fingerlings from the upper-stream section to the fingerlings of the lower section soon after the floods, both expressed as RB_s, was thus estimated for the first experimental period as 1/58, for the second experimental period 6/57, and for the third 1/9 (Table 13). The same ratio for RB_n of the migrant from section II to the total RB_n in section I could not be estimated owing to the lack of mark which render the authors capable of detecting each other, however, for the application of mingling ratio to the estimation of the mingling population size of rainbow trout expressed as RB_s+RB_n in Table 12, the ratio for the RB_s was again adopted in case of RB_n. (Table 15).

As for brook trout it was estimated as 1/37, 0/7, and 0/1 in the first, second and third research period respectively. Thus the specific sizes of population which belonged to the descended and were found on the nearest observing day were estimated as seen in Table 15.

Table 15. Specific population size belonged to the migrant from section II to section I found on the nearest observing day after each flood.

Flood		First	Second	Third & Fourth
Nearest observing day after the flood		V. 22	VII. 2	XI. 8
Specific population size in the section I on the nearest observing day after the flood	RB_s+RB_n	362	173	61
	BK_s	128	14	4
Mingling ratio measured*	RB_s+RB_n	1/58	6/57	1/9
	BK_s	1/37	0/7	0/1
Calculated number of migrant	RB_s+RB_n	6	18	7
	BK_s	3	0	0

* Induced from Table 13.

Scouring effect measured. The difference between the decreased population size in case of flood specifically measured in the section II and the estimated population size of migrant should be taken for scoured population by that flood. The scoured population in each flood was thus estimated as seen in Table 16.

Thus, of decreased population in case of flood or flood mortality in the section II, 75.3 to 95.5% of rainbow trout fingerlings were scoured, while in case of brook trout fingerlings the value amounted 99.0 to 100%.

Eventually it may well be mentioned that it does not decrease without scouring in case of flood mortality, however, again it should be reserved for future problem that whether the decrease be dependent on species or body size of fingerlings and also its working agency to manifest the facts.

General discussions

Criticism of the method. ALLEE, *et al.* (1950, p. 267) described seven methods for the determination of population size: 1. Total count of all individuals of all stages or classes; 2. Total counts of all individuals of a certain stage or class; 3. Determination of population size by the regislation method; 4. Sampling methods (general statement); 5. The method of marking; 6. Indirect methods; and 7. Combination of several methods.

On the other hand, it may be understood from the description of ROUNSEFELL and EVERHART (1953, p. 81) that there reported three principal methods for enumerating population size, viz.: 1. Direct enumeration of a whole or a selected portion of a population; 2. Obtaining a population estimate by indirect method using tallies; 3. Area density method including density-contour method with simple or stratified random sampling of habitat.

If ALLEE, *et al.* be referred to, the method adopted in this paper should be classified as method 1, and owing to Rounsefell and Everhart it belongs to method 1, however, if the experimental area were supposed to be a sampled area from the total area over which trout fingerlings dispersed, the procedure may turn into sampling method (ROUNSEFELL and EVERHART).

In these latter cases, the randomness of the sampling area, the section adopted for the experiment, should apparently be taken not to be assured. Consequently, the experiment should be taken for an instance of mode of survival or mortality with released trout fingerlings.

It is apparent that if the experimental area be widened and the survived individuals grained in number, the rate of survival will surely increase, however, as for the effective population size for catch or availability of stocking environment for released population, the situation would not differ much as compared to sampling method covering the whole dispersing area of released fingerlings.

On the definition of flood. In the present paper the flood was defined newly. The flood thus defined commonly coinside with the occasions of attacks of typhoon or heavy rain so far the authors treated the data observed and measured daily on the discharge of the river Nakatu-gawa at Tasiro Power Station from 1957—1960, and the definition represents the fact with astonishing verification (ONODERA, M.S.).

As for the influence of the flood thus defined on a profil of the life of fingerlings the precise data were presented above.

On the population size estimated. In the present paper the application of correc-

tive coefficient and, preceding to the application, necessitated adjustment of basic data were emphasized. As for the precision of basic observation, that the general consideration was rather precisely made in the previous paper was taken for granted (ONODERA, 1958).

In the present paper the size of the error of basic observation inevitably involved in the estimating precedure, in which the population contained in the entire experimental area is expressed as the sum of small populations contained in each individual pool, manifested itself to be about 20% when one of the two comparative data was taken for basic data, these were calculated in case of brook trout survivor in the second experimental period using the data in Table 10.

While the deviation of observed population amounted −20% for the entire section in the second experimental period (ONODERA, 1958). Concerning the coincidence of these two errors which were nearly the same in size should be understood as follows: (1) As for the object of estimation of population size, the entire section was observed always therefore any errors of sampling was apparently avoided. (2) Whether the fluctuation of population size during a year's experiment should be essentially accompanied, the suspection should be abondoned because the released fingerlings and naturally propagated fingerlings once received adjustment to its largest size could reduce their total size owing to scouring by flood, emigration from the entire section through competition, predation, and/or death by other factors, the released fingerlings have no reason of gaining their population in these seasons in which the experiment was performed. Consequently, the object population size itself has no principle of fluctuation. (3) Eventually the two errors should be attributed to errors of observation and their derivation were to be taken originated from the same agency—observation of population in individual pool and their summation.

The same order of magnitude of the two error justifies the consideration, however, which of the three observed population size, those of on May 31, June 9, and June 24, would be most probable and what would be the unbiased estimate for the surviving population on June 24 should again be reserved for future problem.

For the measured value of total number of survivor, that of on June 24 was adopted with above mentioned restrictions.

Scouring effect distinguished from flood mortality. The size of total mortality owing to each flood was shown in Table 11. Of all flood mortality the scouring-off proportion was estimated as seen in Table 16 for the section II.

As mentioned above, as for the section I, the survival rate and consequently mortality rate had hardly any significance, however, as the relation of the section I to the lower section which was outside the experimental area was quite the same as that section II to section I, so it would be considered that the occurrence of scouring mortality might probably occupy the same proportion in the total flood mortality as that seen in case of section II.

Table 16. The estimates of scoured population by flood.

Flood		First	Second	Third & Fourth
Decreased population size between the nearest observing day before and after the flood*	$RB_s + RB_n$	132	73	42
	BK_s	321	23	6
The estimates of scoured population size**	$RB_s + RB_n$	126	55	35
	BK_s	318	23	6
Scoured population in per cent	$RB_s + RB_n$	95.5	75.3	83.3
	BK_s	99.0	100.0	100.0

* Introduced from Table 12.

** The calculated number of migrant to the section I from the section II seen in Table 15 was considered to be the subtractive number from the decreased population size in each flood.

If it be remembered that the mingling ratio, at trap in case of usual flow, of the caught number of fingerlings which had been released into section II to that of into section I which may easily be derived from Table 14—for RB_s 1 : 1 or nearly so for both periods of May 27 and June 29 to August 1, and for BK_s 0:2 for period of May 27 to June 27, it may well be said that the chance of migrating downwards were quite the same for rainbow trout fingerlings released to section I as for that released to section II in the days of usual flow.

Though the authors did not calculate precisely to compare the effect of scouring off or sweeping off which may be expressed as the rate of scouring with usual rate of dispersion towards downstream, the difference between the two may be quite apparent.

And it should be noted again, when the scoured population of RB_s+RB_n be taken care about in Table 16, that the effect is seen quite conspicuous when the interval between the date of observation before and after each flood is short, while the effect is seen reduced when the interval is lengthened, perhaps the effect of dispersion may have influence on the reduction of the scouring effect of flood, however, the influence was not calculated.

Concerning the BK_s, further consideration will be paid in the next paper.

Reserved problems. In describing the present report, many problems were reserved to be precisely informed. *Equilibrium* is an important concept to need much discussion; *dispersion*, *migration*, *competition*, *predation*, and *habitat segretation* should be reported with much observed facts; the *significance of measured survival* should be discussed with all these details; and as for *classification of pools* and *technical description accompanied with sectionning of subsections* were also reserved for the future

report.

As for *mathematical expressions* much might have been devised or should have been introduced from many device adopted by other preceding investigators.

However, it was streassed to describe accurate facts and a part of clear-cut relations of internal and dynamic population structure that would make a basis for further development of various problems.

Though it was described in HUNTSMAN (1947, p. 257) that "*The action of freshets on the runs of fishes in stream has been long known to man, but has never been scientifically studied,*" yet in his paper again, none of measured "*action*" was reported.

Also the present paper has some considerable defects that the true influence of flood on mortality as well as its scouring effect should be measured with actual range of dispersion of the released fingerlings, however, if the expected range of the dispersion be calculated in near future, the unbiased estimate of possible effect may be manifested requiring more intensive investigation.

Acknowledgements

The authors wish to express their sincere thanks to Mr. Y. KODAMA, Mr. H. TANAKA and Mrs. S. TANAKA, who were all belonged to the authors' research group and were all quite eager to assist the authors in various course of this investigation.

Mr. H. WATANABE, Mr. H. SAKURAI and Mr. N. SUZUKI, technical officers of the Kanagawa-Ken Suisan Sidosyo (the Experimental Station of Inland Fisheries in Kanagawa Prefecture), and Mr. Y. UNUMA, Mr. S. SOMEYA and other staff members of the Nakatu-gawa Fisheries Cooperative Association supported the authors in collecting the the data for test fishing.

Prof. D. INABA, Tokyo University of Fisheries, was very kind in preparing the fingerlings to be released and in permitting the authors to use unpublished data of trout fingerlings supplied.

The authors should express further their sincere thanks to Dr. T. YOSHIWARA, Tokyo University of Fisheries, who were kind enough in critical reading of the manuscript.

Summary

1. Estimation of population size was made directly through observation with water-glass in an experimental area settled in a mountain brook.

2. The research period was divided into four periods owing to the occurrence of principles having influence on the errors of observation.

3. The flood was defined newly.

4. With use of errors of observation measured, a deviced procedure of correction of apparent survival or mortality rate was actually applied.

5. Some adjustment were applied to apparent observed data including the popu-

lation size of naturally propagated fingerlings of rainbow trout together with that of stocked rainbow trout fingerlings.

6. The change of behavioristic character made a cause to change the method of adjustment. Change of fishing method involved also made a cause to change the method of adjustment. (However, as the fishing method is subordinate to the change of behavioristic character of fingerlings, the actual principle should be taken to be the latter.)

7. Floods caused a large mortality showing the measures of 50.4 to 62% in rainbow trout fingerlings, and 67.9 to 83.7% in brook trout fingerlings at each flood.

8. Floods had scouring effect on mortality, and of decreased fingerlings 75.3 to 95 5% with rainbow trout and 99.0 to 100% with brook trout were estimated to be swept away from the experimental area, though some of them were expected to remain over some downstream area.

9. The intervals of measuring date in survivor survey before and after the occurrence of flood was thought to have some influence on the measure of scouring effect as well as on that of mortality caused by flood. In this case, the dispersion of fingerlings made on the days of usual flow was considered to be the actual agency to reduce the apparent impression of violence of flood, the action of which emerged in mortality of fingerlings and scouring effect.

References

ALLEE, W. C., Orlando PARK, Alfred E. EMERSON, Thomas PARK, and Karl P. SCHMIDT: Principles of animal ecology. W. B. Saunders, Philadelphia, 837p., 1950.

EMBODY, George C.: Stocking policy for the streams, smaller lakes and ponds of Oswego watershed, N. Y. Cons. Dept. Suppl. to 17th Ann. Rept. (1927), 17—39, 1928.

HUNTSMAN, A. G.: Freshets and fish. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, Vol. **75** (1945), 257—266, 1948.

ONODERA, Kôsi: On the survival of trout fingerlings stocked in a mountain brook—I. The estimation of survival rate by observation. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24** (6.7), 428—437, 1958. In Japanese with English synopsis.

ROUNSEFELL, George A. and W. Harry EVERHART: Fishery science, its methods and applications. John & Wiley and Sons, New York, 444p., 1953.

東支那海および沖縄近海におけるマグロ延縄漁業に関する研究—I.

魚種の構成

古川一郎

(1961 年 4 月 11 日受理)

STUDIES ON THE TUNA LONG LINE FISHERY IN THE EASTERN CHINA SEA AND OKINAWA REGION—I. FISH COMPOSITION

Ichiro FURUKAWA*

Marlins and tunas immigrating in respective fishing grounds (SAISHUTO Gr., MESHIMA Gr., TURBULENT Gr. and UOTSURIJIMA Gr. belonging to the East China Sea and KIN-ANSHO Gr., MIYAKOJIMA Gr., YAKUSHIMA Gr., AMAMIOSHIMA Gr., DAITOJIMA Gr., KUMEJIMA Gr. and MIYAKONANBU Gr. belonging to Okinawa Region) (Fig. 1), and caught by long line, were analized by the rank correlation of Spearman with the following results: –

1. Significant difference was found to exist in the species composition in the East China Sea and Okinawa Region (Fig. 2). Catch of marlins amounts to 95% of the total in the former region, and that of tunas over 60% in the latter (Fig. 3, Table 2).

2. Composition of kinds of marlin slightly varies all year round in the East China Sea. Fish composition in a ground bears a close resemblance to that of adjoining ground, but discrepancy is evident between two grounds which are rather widely separated from each other (Fig. 4).

3. Sudden change in fish composition takes place in two periods, viz., April and October-November. Thus two types are recognized in the species composition for the whole year; the 1st type is composed of typical species, Albacore, Yellowfin tuna and Bigeye tuna, former whereas the 2nd one is comprised in Bluefin tuna, Yellowfin tuna and Striped marlin. The is easily seen from December to March, but the latter from May to July.

I. 緒言

中村[1] によるとマグロ・カジキ類は種類が異なるとそれらの分布の中心となる海流系が異なり，海流系が異なれば同種のものでも生態現象が相違するので，海流系はマグロ・カジキ類の生活圏として重要な意義をもつものであるとされている。須田[2] は北太平洋流域に分布の中心をもつビンナガ・メバチについて，同海流の季節的消長と回遊の関係を調べ，回遊生態には海流系内における回遊と海流系間における回遊とで異なり，前者は海流系の季節的消長に支配され，後者は群集体自体の生理生態に基づくものとした。

以上のようにマグロ・カジキ類は種類によつて分布の中心が異なるので，異なつた海流系におけるそれらの組成は異なることになる。本論では Fig. 1 に示した 122°–140°E, 22°–34°N の海域におけるマグロ・カジキ延縄漁業によつて漁獲されたマグロ・カジキ類の魚種構成につい考察を行なつた。本研究について京都大学教授松原博士，同川上博士ならびに東京水産大学名誉教授田内博士より懇切なる御指導を賜わつた。ここに深甚の謝意を表する次第である。

* 宮崎大学農学部水産学教室 (Dept. Fish. Fac. Agr., Miyazaki Univ., Miyazaki, Japan).
(印刷費負担)

II. 研 究 資 料

取扱つた資料はマカジキ・シロカジキ・バショウカジキ・クロカジキ・メカジキ・フウライカジキ・クロマグロ・キハダ・メバチ・ビンナガなどであつて，これらは 1950～'58 年にわたつて，主に鹿児島港と串木野港に水揚されたものである。それらの数量は Fig. 1 に示した各漁場ごとに月別に集計した。本文で東海漁場というのは済州島・女島・中間・魚釣島などの各漁場の総称であり，沖縄漁場というのは紀南礁・屋久島・奄美大島・大東島・久米島・宮古島・宮古南部などの各漁場の総称である。なお，魚種の組成を百分比で表わし，魚種構成の異同をスピアマンの順位相関係数[3] P_b によつて判定した。

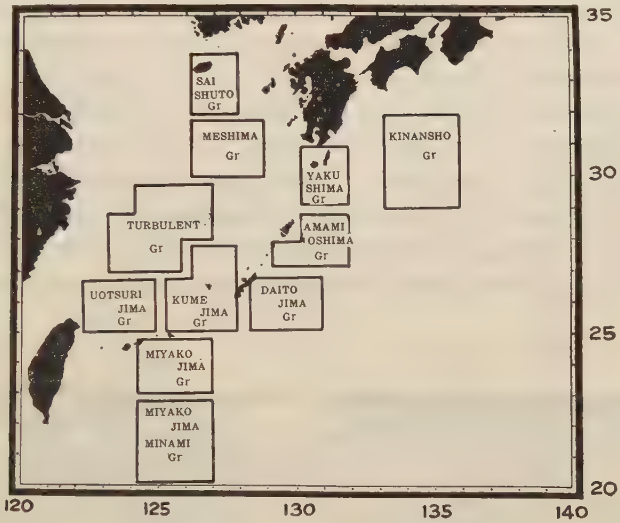


Fig. 1. Localities of fishing grounds dealt with in the text, viz., "Eastern China Sea" covering SAISHUTO Gr., MESHIMA Gr., TURBULENT Gr. and UOTSURIJIMA Gr., and "Okinawa Region" including KINANSHO Gr., YAKUSHIMA Gr., AMAMIOSHIMA Gr., DAITOJIMA Gr., KUMEJIMA Gr., MIYAKOJIMA Gr. and MIYAKONANBU Gr.

III. 海洋構造の上からみた漁場の特徴

東海の海洋構造については須田[4]・辻田[5] らの報告があり，辻田はこの海域に生息する底魚集団や浮魚集団の生態現象が，海況の季節的消長に支配されることを明らかにしている。これらによると，ここで扱われる漁場は海洋条件を異にし，済州島・女島・中間・魚釣島などの各漁場は大陸棚縁海に，紀南礁・奄美大島・大東島などの各漁場は北太平洋流域内に，屋久島・久米島などの漁場は黒潮流路内に，宮古島・宮古南部漁場は北赤道流域内にそれぞれ位置する。これらの海域は緯度の関係からみると北太平洋流の南西域に当たるが，北太平洋流と北赤道流の境を示す亜熱帯収斂線は明確にみとめられない。しかし 140°E 以東の中緯度海域のマカジキの体長群組成と回遊現象については上柳[6] および古川・古藤[7] の報告があり，北太平洋流に分布するビンナガおよびメバチの生態現象と紀南礁および奄美大島などの漁場に来遊するビンナガとメバチの生態的特徴については須田[2]および古川*の報告があり，これらの諸研究から推察すると沖縄東近海が北太平洋流の性格をそなえることは明らかであり，また北赤道流域から分派する黒潮暖水は台湾の東沿岸を北上し，沖縄列島の西側を通つて九州南端を北東に抜けている。台湾東海ではバショウカジキ・フウライカ

* 未発表

ジキ・クロマグロなどが産卵を行なうものと推測されており[8-11]，春季から夏季にかけて黒潮勢力の増大に伴なつて宮古島および宮古南部の各漁場は北赤道流の勢力下におかれることは確かで，台湾東海でマグロ・カジキ類の産卵が行なわれることもこの水域の海況条件を裏付けるものであろう。

IV. 漁獲物の組成

1950～'58 年にわたつて延縄によつて漁獲された各魚種のうちサメ類を除いたものの尾数を魚種別・漁場別に集計整理し，かつ，これらの百分比を求めて図示したのが Fig. 2 であり，それぞれの漁場を前述したように東海および沖縄の両漁場に一括して漁獲物の組成を Table 1 に示した。Fig. 2 によると東海および沖縄の各漁場に含まれる漁場では漁獲物組成にいちじるしい相違がみられ，前者ではマグロ類を含むことが少なく，後者ではマカジキを除いてはカジキ類の混獲率はきわめて小さい。漁獲総尾数では東海漁場の 8.8 万尾に対して沖縄漁場では 10.4 万尾である。

東海漁場ではシロカジキ 43.4%，バショウカジキ 26.3%，マカジキ 24.2% が主なる魚種であり，沖縄漁場ではビンナガ 40.5%，キハダ 20.6%，メバチ 11.4%，マカジキ 9.4% などが主なるものである。サメ類にはおよそ 20 種類におよぶ魚種が含まれているが，種類別・漁場別の漁獲量が求められないので組成の解析から除外してある。マグロ・カジキ類の組成を順位相関係数によつて検定すると，両漁場について係数 P_b は −0.188 となり，両漁場の組成は明らかに相違するといえる。つぎに済州島・女島その他の漁場の全期間を通ずる漁獲組成について漁獲順位を求め漁場相互間の P_b によつて組成の類似性を検した。漁場

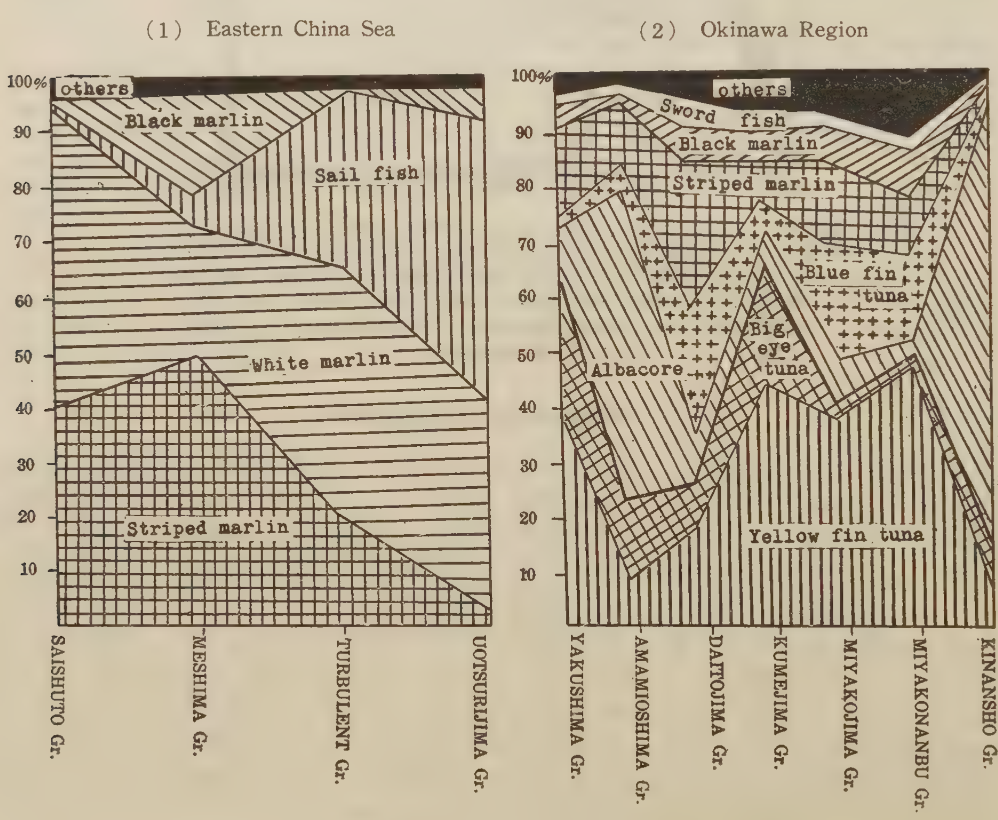
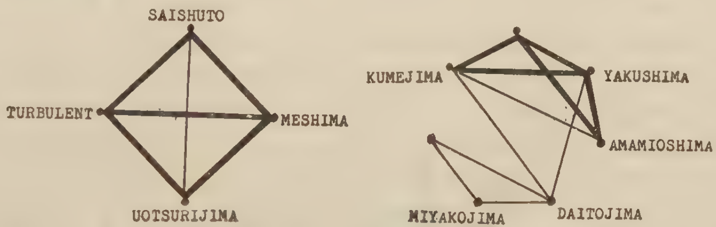


Fig. 2. Showing the catch rate of various kinds of fishes caught by long lines in each ground of Eastern China Sea (1) and Okinawa Region (2).

Table 1. Number of individuals and catch rate of various kinds of fishes other than sharks caught in 1950 to '58 by long lines in the Eastern China Sea and Okinawa Region.

Fish name (Japanese name in parenthesis)	Eastern China Sea No. of ind.	%	Okinawa Region No. of ind.	%
Striped marlin (Makajiki)	21,363	24.15	9,815	9.39
White marlin (Shirokajiki)	38,433	43.44	465	0.45
Sailfish (Bashokajiki)	23,256	26.28	2,694	2.58
Black marlin (Kurokajiki)	3,643	4.12	5,803	5.55
Swordfish (Mekajiki)	1,349	1.52	2,570	2.45
Spearfish (Furaikajiki)	12	0.01	364	0.35
Bluefin tuna (Kuromaguro)	17	0.02	6,993	6.70
Yellowfin tuna (Kihada)	292	0.34	21,557	20.64
Bigeye tuna (Mebachi)	46	0.05	11,939	11.44
Albacore (Binnaga)	64	0.07	42,260	40.45
Total individuals	88,475		104,460	

間の異同は Fig. 3 に示したように太線で結んだ漁場間においては漁獲順位はよく一致し，細線で結んだ漁場間においては漁獲順位は一致するらしいことを示す。



（1） Eastern China Sea　　（2） Okinawa Region

Fig. 3. Degrees of linking with respect to species composition of fish among fishing grounds in the Eastern China Sea (1) and Okinawa Region (2) as tested by Spearman's rank correlation; higher degree was denoted by thick line connection (difference being insignificant), lower degree by thin line (rather alike) and least one staying unconnected.

1. 漁場の魚種組成

Fig. 3 によると東海の漁場の魚種組成はよく一致しているが，済州島と魚釣島の各漁場の間では一致度がいくぶんわるい。すなわち東海漁場では漁場が離れるほど魚種構成が次第に変わり，相隣なり合つた漁場の間ではよく類似している。沖縄近海では久米島・屋久島・奄美大島・紀南礁などの各漁場の間の漁獲物組成は相互によく一致するが，久米島・奄美大島の両漁場間では一致度がいくぶんわるく，奄美大島の南部に位する大東島漁場の漁獲物組成は他のいずれの漁場のそれともかなり異なる。宮古島と宮古南部の両漁場の漁獲物組成はよく一致するが，これらの各漁場はその他のどの漁場ともその組成をかなり異にする。

2. 魚種組成の季節変化

Fig. 4 に漁場別に月ごとの漁獲順位を用いて月間の相関係数 P_b を求め，魚種組成がよく一致する場合を太線，一致がいくぶんわるい場合を細線で結んで示した。同図について次のことがわかる。

（1） 済州島漁場： この漁場は黄海冷水中に対島暖流の分枝が突入して生ずるいわゆる黄海暖流域に近く，漁獲物はシロカジキとマカジキだけでその 95% を占める。この漁場は P_b についてみると 8 月から 12

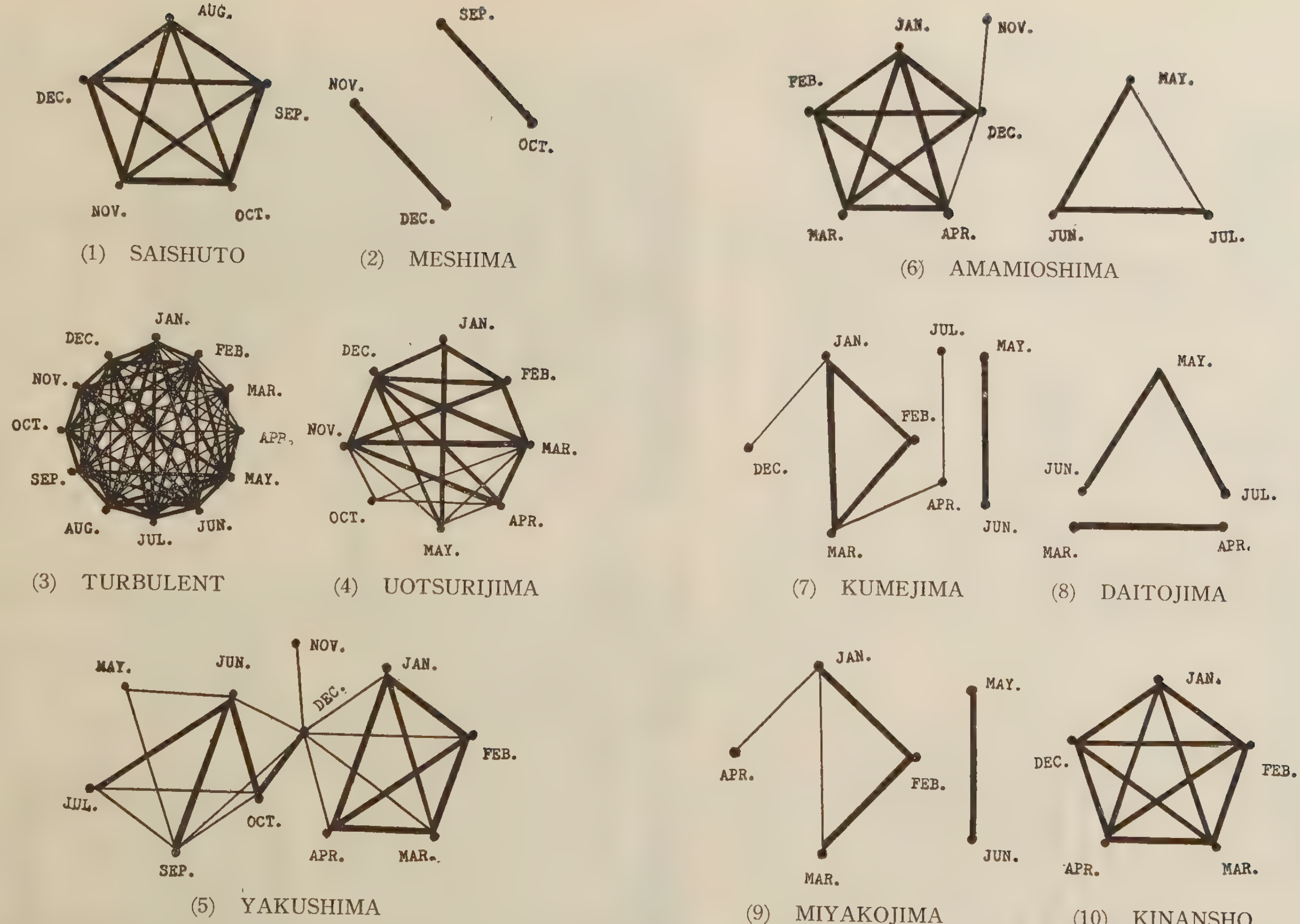


Fig. 4. Species composition of fish in respective fishing grounds of the Eastern China Sea and Okinawa region in regard to months; line connects months holding similar composition: when thick, difference insignificant; when thin, not so similar.

月までの漁期を通じて組成に変化がないといえるのであるが，漁獲順位についてやや詳細にみると部分的に順位の顛倒がみられる。すなわち漁獲物のうちのシロカジキは 8・9 月に，マカジキは 10～12 月の間にそれぞれ漁獲の首位を占め，その他の月では 2 位に位し，順位の顛倒がみられる。

（2） 女島漁場： この漁場は黄海冷水の突出部すなわち冷水舌の形成される水域に位している。漁獲量はマカジキ・シロカジキ・クロカジキの 3 種だけで 90% を越える。盛漁期は 9～12 月であるが，とくにマカジキは 11・12 月に，シロカジキは 9・11 月に，バショウカジキは 9・10 月に，クロカジキは 9・10 月にそれぞれ多く，またメカジキも 11・12 月にかなり多い。したがつてこの漁期間中に漁獲の順位にかなりの変動がおこり Fig. 4 にみられるように統計的には組成が 9 月と 10 月とはよく一致し，これとは組成の趣きは異なるが 11 月と 12 月も一致する。9・10 月はシロカジキ・クロカジキが，11・12 月はマカジキ・シロカジキがそれぞれ漁獲の上位を占める。

（3） 中間漁場： この漁場は黒潮中間暖水と黄海冷水が接触して複雑な海洋構造があらわれる。漁獲物のうちシロカジキ・バショウカジキ・マカジキの 3 種で 98% に達する。漁期は周年にわたるが，6 月と 11 月に漁獲の山がみられる。とくにシロカジキは 6・7 月と 10・11 月に，バショウカジキは 10～12 月に，マカジキは 10・11 月にそれぞそ多く，年間を通じて順位の変化がほとんどみられない。Fig. 4 にみられるように 3・4 月を除く他の月の組成は相互によく一致している。 3・4 月は他の月とは一致度がいくぶんわるいが，これはシロカジキの漁獲がとくに少なく順位に変化があつたためで，1～5 月は漁獲のない期間なので組成の変化は重要視する必要はない。

（4） 魚釣島漁場： 東海大陸棚の南縁に位し，東海漁場のうちでは黒潮勢力の最も強い水域でマグロ類も他の漁場にくらべて多い。漁獲類のうちバショウカジキとシロカジキの 2 種で 90% をこえる。漁期は 10 月から翌年 5 月までで，10 月から翌年 2 月までは南下移動する群を， 3 月から 5 月までは北上移動する群を漁獲の対象とする。前記の期間中漁獲順位に変化はなく，バショウカジキとシロカジキが漁獲順位の上位を占めるが， 5 月にはマカジキの漁獲が増大し，順位に変更がおこり Fig. 4 にみられるように 5 月と他の月とは組成の一致度がややわるい。また 10・11 月はクロカジキの漁獲がかなりあり，とくに 10 月は漁獲順位がクロカジキ・バショウカジキ・シロカジキの順となり，特異な組成をあらわす。

（5） 尾久島漁場： この漁場は黒潮流路に位し， マグロ類が多く， マカジキを除くとカジキ類はきわめて少ない。漁獲物の組成を平均化してみるとキハダ 40.2%，メバチ 26.2%，マカジキ 16.2% を占める。漁獲の順位をみると 1～4 年はキハダ・メバチ・ビンナガまたはマカジキの順，5～7 月はマカジキ・キハダ・クロカジキの順，10～12 月はキハダ・メバチが上位を占め， ビンナガは最下位となる。 したがつて Fig. 4 でみられるように，組成は 1～4 月はほぼ同じであるが，その他の月ではまちまちである。 大まかに区別すると 1～4 月，5～7 月，10～12 月にそれぞれの漁獲順位の異なる組成があらわれるといえる。

（6） 奄美大島漁場： この漁場は黒潮流路を外れた外側のいわゆる黒潮反流域に位置する。漁期は 10 月から翌年 7 月におよび，盛漁期は 2・3 月と 5・6 月である。前期はビンナガが 70% 以上でメバチの 11% がこれにつぎ，後期にはマカジキが 40～55% で，クロマグロの 16.5～19.5% がこれにつぐ。したがつて組成は 1～4 月の間はほぼ同じで，4・5 月の候に変わり，5・6 月の間では組成はほぼ同じである。10・11 月は漁獲が少ないためか一致度はわるい。

（7） 大東島漁場： この漁場は北太平洋流域の南西縁部に位し，沖縄列島を介して黒潮流路に連なる。漁期は 11 月から翌年 7 月におよぶが漁獲の多いのは 6 月で，マカジキ 29.0～35.5%，クロマグロ 26.0～32.0%，キハダ 18.0～22.5% が漁獲物の内容である。2～4 月はビンナガの比率がやや高まるが，この漁場でビンナガの漁獲のある期間は短かく，また量も少ない。組成の上では 3・4 月はほぼ一致するが 5 月の候に組成に著しい変化がおこり，その後 7 月までは同じ組成が維持されている。

（8） 久米島漁場： 黒潮流路内に位する。漁期は 10 月から翌年 7 月におよび，1・2 月と 5・6 月に漁獲の山がみられる。1・2 月にはキハダが 44～52%，メバチが 47～31% を占める。また 5・6 月にはクロマグロが 20～32%，マカジキが 18～28%，キハダが 14～30% を占めている。Fig. 4 によると組成は 1～3

月は同じで，3・4 月の候に著しく変化がおこる。この変化はビンナガの漁獲減による比率の低下とマカジキの比率の増加によるもので，5・6 月にはクロマグロが加わつて，この間の組成はほぼ同じである。

（9） 宮古島および宮古南部漁場： これらの漁場は台湾東方沿岸を北上する黒潮流路の外側に位し，北赤道流の影響を受ける。漁期は 1～6 月に限られ，漁獲物の組成はクロマグロの 33～38%，キハダの 32～33% などが多く，マカジキは 14～16% を占め，これらに次いでいる。1～3 月はメバチ・キハダ・マカジキあるいはクロカジキが順位のうえで上位にあり，5・6 月はクロマグロ・キハダ・マカジキが上位を占める。Fig. 4 によると，魚種組成は 1～3 月の間は同じで，3・4 月の間に著しく変わるが，その後 5・6 月の間は変からない。3・4 月の候の変化はビンナガの減少とマカジキの増加によつて順位に顚倒がおこるからである。

(10) 紀南礁漁場： 九州南端をかすめて四国・紀南沿海を北上する黒潮流域の外側に位する。漁期は 11 月から翌年 4 月にわたり，2・3 月を最盛期とする。ビンナガが圧倒的に多く，2 月に 79%，3 月に 89% を占め，その他ではキハダが 12～16% を占めるにすぎない。したがつて Fig. 4 でも 12～4 月の間は組成がほぼ同じようにみられる。

3. 漁場間の一致度

前述の数カ月間変わらないと思われる組成を漁場間でくらべると，済州島の 9 月から翌年 1 月にあらわれる組成は，女島漁場の 11・12 月，中間漁場の 6・7・9 月のそれによく合うが，魚釣島漁場にあらわれる組成とは異なる。また中間漁場にあらわれる組成は魚釣島漁場の 11～4 月にあらわれる組によく合う。魚釣島漁場に 11・12 月にあらわれる集団は南下し，3・4 月のそれは北上することは前述したところである。魚釣島漁場より北上する集団は，シロカジキとバショウカジキが主な構成種であるが，北上の過程で 5・6 月には沖縄南東海域よりマカジキ，10 月にはクロカジキの添加があるため，済州島・女島の各漁場では魚釣島漁場とはかなり異なつた組成に変化する。また南下する集団のうち，マカジキとクロカジキは沖縄南東海域へ逸出し，魚釣島漁場を通過するものが少ないので，魚釣島漁場では北上期の組成とほとんど変化のない，すなわち，シロカジキとバショウカジキを主体とした組成を示すことになる。つぎに沖縄海域についてみると，ほぼつぎのようなことがいえる。すなわち 12～3 月と 5・6 月に 2 つの異なつた組成があらわれるということである。紀南礁漁場に 12～3 月にあらわれる組成は，ビンナガを主体としたものであるが，この組成は同じ季節に奄美大島・屋久島・大東島・久米島などの漁場にも現われる。しかし宮古島・宮古南部の漁場にはおよんでいないようである。これらの漁場に 5・6 月に現われる組成は，クロマグロ・キハダを主要な構成群とするもので，奄美大島・久米島などの漁場にも現われる。4 月および 10・11 月にあらわれる組成は，前述の各組成のいずれとも一致せず，組成の異なる季節の間にあらわれる移行型であるといえる。沖縄海域ではビンナガ・メバチ・クロマグロ・キハダなどが主要な構成種であることは述べてきた通りであるが，4 月および 10・11 月を境として組成の変化が起るのであつて，ビンナガとメバチの南下期から北上期にかけてこの海域はビンナガ・メバチ・キハダが主要な組成を占め，4 月が組成の変わり目となり，ビンナガにかわつてクロマグロ・キハダ・マカジキなどが主要な構成群となる。

V. 要　　約

Fig. 1 に示した漁場におけるマグロ類，カジキ類の組成および百分比を求め，その魚種構成の異同をスピアマンの順位相関係数で判定し，次の結果を得た。

1. 東海水域と沖縄海域における魚種構成は著しく異なり，前者ではマカジキ・シロカジキ・バショウカジキなどのカジキ類が主要な構成種で漁獲総量の 95% 以上を占める。また後者ではビンナガ・キハダ・メバチ・クロマグロなどのマグロ類が主要な構成種で漁獲の以上を占める。

2. 組成の季節変化は東海水域では緩やかであつて，隣接の漁場間ではこの変化の状態がよく一致するが漁場の間の距離が遠くなると，一致しなくなる。

3. 沖縄近海では組成は 4 月および 10・11 月を境として急変し，年間を通じて 2 つの異なつた組成が現

われる。すなわち12～3月はビンナガ・キハダ・メバチなどが主要な構成種であり，5～7月はクロマグロ・キハダ・マカジキなどが主要な構成種となる。

4. 組成のあらわれ方から推論すると，12～4 月の間は大東島から久米島漁場附近まで北大平洋流の影響がおよび，5～7 月は宮古島から奄美大島漁場におよぶ水域が北赤道流の勢力下におかれるといえる。したがつて冬季における北太平洋流と北赤道流の境は沖縄近海ではほぼ 25°N 附近とみてよいであろう。

文　　献

1) 中村広司: 昭和 33 年版. マグロ延縄漁業平年漁況図，9～11 (1959).
2) 須田　明: ――. ――，31～53 (1959).
3) 水野・林・松下・青山: 統計数値表の使い方，106～107 (1955).
4) 須田畩次: 海洋時報，**2** (2)，483～499 (1930).
5) 辻田時美: 西海区水研報告，**13**，1～42 (1957).
6) 上柳昭治: 昭和 33 年版. マグロ延縄漁場平年漁況図，235～244 (1959).
7) 古川・古藤・小玉: 南海区水研報告，**8**，49～60 (1958).
8) 矢部　博: 魚類学雑誌 **1** (4)，260～262 (1951).
9) 中村広司他: 魚類学雑誌 **1** (4)，264～271 (1951).
10) 中村・薮田・上柳: 南海区水研業績集 **1** (1953).
11) 矢部　博: 南海区水研業績集 **1** (1953).

東支那海および沖縄近海におけるマグロ延縄漁業に関する研究—II.

魚群の構造

古川一郎

(1961年4月11日受理)

STUDIES ON THE TUNA LONG LINE FISHERY IN THE EASTERN CHINA SEA AND OKINAWA REGION—II. SCHOOL COMPOSITION

Ichiro FURUKAWA*

Taking marlin's number of individuals caught per one operation as school size, analyses were tried with the following results: —

1. It was recognized that frequency of school lineally decreases with size of school, as given in Fig. 1.

Therefore, these two variables are brought out in the following equation

$$y = Ae^{-bx} \tag{1}$$

where y denotes frequency of school (x) is 1, 2, 3, $\cdots\cdots m$, and A is a constant of zero haul operation.

Now, when the above equation is integrated with respect to x, we have

$$I_s = \int_0^\infty Ae^{-bx}dx \tag{2}$$

which gives total number of schools.

Therefore, when the equation (1) is integrated with respect to x, we have an expression giving total yield in number

$$I_c = \int_0^\infty Axe^{-bx}dx \tag{3}$$

Thus average size of school is given by

$$\bar{x} = Axe^{-bx}dx/Ae^{-bx}dx \tag{4}$$

and rate of zero haul operations is given by

$$\bar{R} = A/Ae^{-bx}dx \tag{5}$$

Values of the equations (4) and (5) are approximated to $1/b$ (Fig. 2) and to b (Table 3) respectively.

2. It is suggested that the discrepancy between theoretical (b) and observed values of rate of zero haul operation (r. z. h.) (Table 4) was caused by localized fishing in the general grounds.

3. Schools caught by long line in the Eastern China Sea and Okinawa Region attain to following amounts :—

Fish name	Eastern China Sea	Okinawa Region
Striped marlin	3,005	1,951
White marlin	4,102	94
Sailfish	2,463	624
Black marlin	491	1,048
Swordfish	368	703

* 宮崎大学農学部水産学教室 (Dept. Fish. Fac. Agr., Miyazaki Univ., Miyazaki, Japan).
(印刷費負担)

4. Rate of zero haul operations referred to species as well as to water areas runs as follows: —

Fish name	Eastern China Sea	Okinawa Region
Striped marlin	55.8%	55.2%
White marlin	39.7%	97.8%
Sailfish	63.8%	85.6%
Black marlin	92.8%	75.9%
Swordfish	94.6%	83.9%

I. 緒　　言

マグロ・カジキ類の漁獲高を農林統計[1]についてみるとクロマグロとビンナガを除いたマグロ・カジキ類の 90% 以上が延縄によつて漁獲されていることがわかる。クロマグロはその 27.9% が延縄，16.8% が一本釣，15.3% が定置網でそれぞれ漁獲されており，ビンナガは 33.8% が延縄，66.1% が一本釣でそれぞれ漁獲されていて，他のマグロ・カジキ類にくらべて延縄による漁獲率は比較的少ないが，全魚種についてみると，漁獲量の 70% が延縄によるものである。

延縄は漁法のうえで網漁具とは著しく相違し，漁獲努力のあり方が網漁具にくらべて時間的空間的にはるかに大きな拡がりを必要としている。この拡がりは1回の操業に使用される釣数または鉢数によつて相違するが，大洋の拡がりに比較して1個の点と見なして差支えがない。本篇で扱かう魚群とはある時間的空間的な拡がりのなかに存在する集団の大きさと仮定して，この集団の性質を解析し，一，二の知見を得たので報告する。本研究に当たつて京都大学教授松原博士，同じく川上博士ならびに東京水産大学名誉教授田内博士より懇切なる御指導と御叱言を賜わつた。また本文については純真女子大寺尾博士の御校閲を願つた。ここに併せて深甚の謝意を捧げる次第である。

II. 研 究 資 料

本篇で扱かつた魚種は，マカジキ *Makaira mitsukurii* (JORDAN et SNYDER)，シロカジキ *Makaira marlina* JORDAN et HILL，バショウカジキ *Histiophorus orientalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL)，クロカジキ *Makaira mazara* (JORDAN et SNYDER) およびメカジキ *Xiplias gladius* LINNÉ の5種であつて，本研究は昭和 25 年から昭和 33 年にわたつて鹿児島港と串木野港に水揚げされた延縄漁船の資料について行なつた漁況調査の結果を基礎資料としている。

III. 魚 群 構 造

既述したような仮定に従つて1操業当たりの漁獲尾数を魚群の大きさとし，魚種別に魚群の大きさが 1, 2, 3, ･･･ m 尾である頻度を対数グラフで Fig. 1 に図示した。同図によると小さい魚群の数はきわめて多く，大きな魚群ほどその群数が直線的に減少する傾向を示している。メカジキでは 10 尾を越す集団はこの海域ではみられず，バショウカジキでは数十尾におよぶ魚群がしばしばみられる。このように種類によつて集団を形成する状態が著しく相違する。

1. 漁獲尾数 0 の頻度

延操業回数に対して漁獲が 0 であつた頻度の出現率（以下無漁率と称す）を求めて Table 1 に示した。1951～'55 年までの平均値で比較すると，東海漁場ではシロカジキ 39·7%，マカジキ 55.8%，バショウカジキ 63.8%，クロカジキ 92.8%，メカジキ 94.6% を示し，沖縄漁場でシロカジキ 97.8%，マカジキ 55.2%，バショウカジキ 85.6%，クロカジキ 75.9%，メカジキ 83.9% を示していて，両海域を通じてマカジキが平均 55% 台を示しているのに対し，シロカジキとバショウカジキが東海漁場では低いが，沖縄漁場では著しく高率を示し，クロカジキとメカジキは逆に沖縄漁場で低く，東海漁場で高率を示している。かように種類が異なれば無漁率が相違するばかりでなく，同種のものでも漁場が異なれば著しく相違するのは

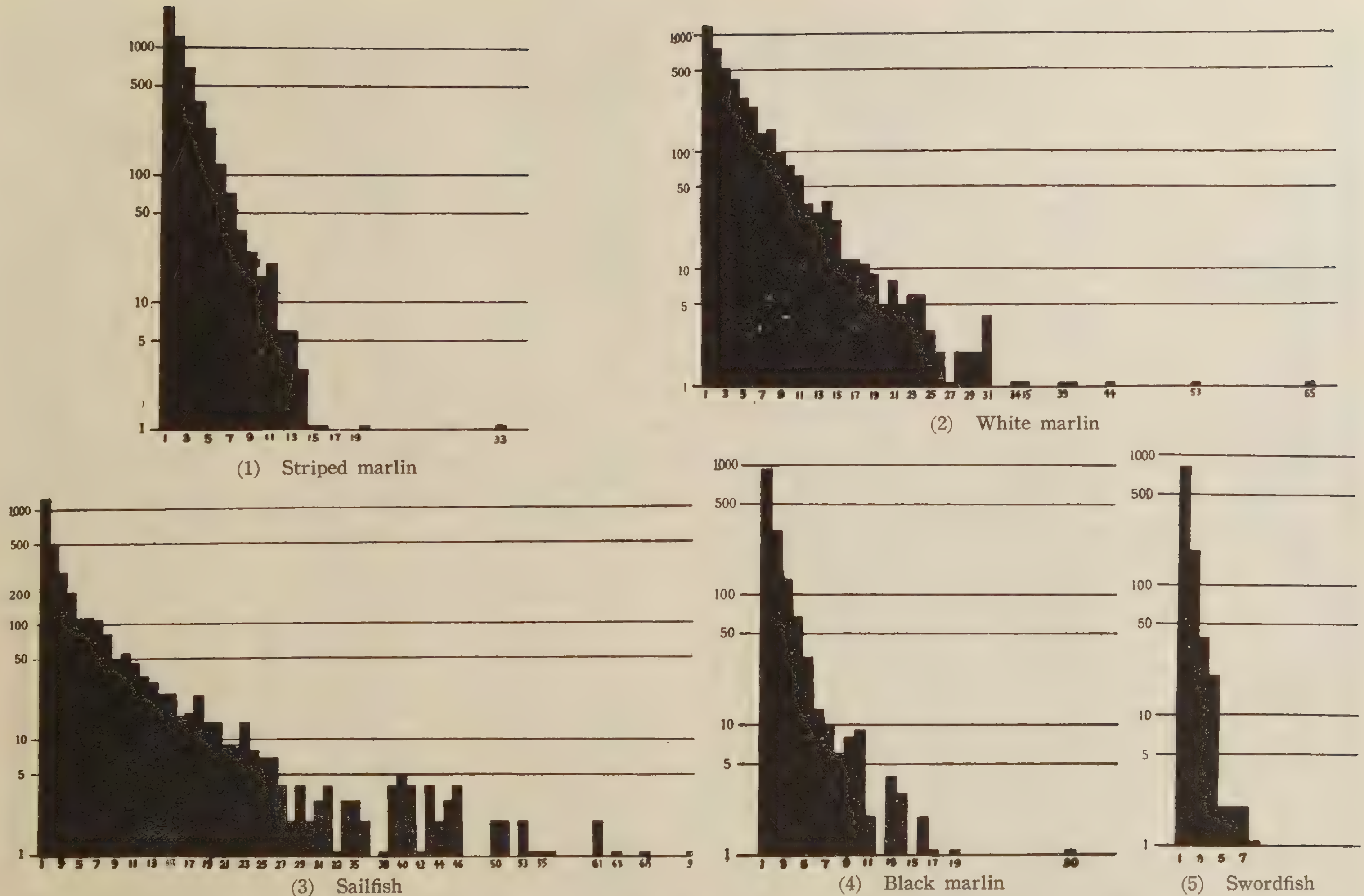


Fig. 1. Frequency of school of Striped marlin (1), White marlin (2), Sailfish (3), Black marlin (4) and Swordfish (5) in relation to size group of the fish.

Table 1. Frequency of zero haul operation and ratio of it to total in the Eastern China Sea and Okinawa Region.

Fish name \ Area / Year	Eastern China Sea '51	'52	'53	'54	'55	Okinawa Region '51	'52	'53	'54	'55
Striped marlin (Makajiki)	467	1362	922	675	374	450	661	339	401	554*
	39.3	65.8	53·2	65.3	47.9	64.8	65.9	51.4	50.5	46.0**
White marlin (Shirokajiki)	322	686	661	680	354	676	970	643	776	1197
	27.1	33.1	38.1	65.8	45.3	97.4	96.7	97.4	97.7	99.3
Sailfish (Bashokajiki)	997	1071	929	762	583	588	861	527	699	1057
	84.0	51.7	53.6	73.8	74.6	84.5	85.7	80.0	88.0	87.7
Black marlin (Kurokajiki)	1126	1921	1637	913	717	546	803	494	592	873
	94.6	92.8	94.4	88.4	91.8	78.7	80.0	74.9	94.5	72.4
Swordfish (Mekajiki)	1049	2008	1657	986	737	623	897	560	618	955
	88.4	96.9	95.6	95.4	94.3	89.8	89.4	84.9	77.8	79.2
Total operations	118·7	207.1	173.3	103.3	78.1	69.4	100.3	66.0	79.4	120.5

* Upper rank····Frequency of zero haul (a).
** Lower rank····Ratio of (a) to total operations (%).

魚の分布状態が種類によつて相違するほかに，漁場によつて相違するためであると考えられる。無漁率の経年的傾向は調査年数が少ないのではつきりしたことは判らないが，シロカジキとバショウカジキでは微増傾向，マカジキとクロカジキおよびメカジキではわずかに減少傾向がうかがわれる。

2. 魚 群 数

魚群数を魚種別・漁場別に求めて Table 2 に示した。同表によると，マカジキの魚群数は調査年間を通じ 4,956群で，そのうち中間漁場で総数の 30%，1,527 群が漁獲されていてもつとも多く，奄美大島と済州島両漁場がこれに次ぎ，久米島漁場の 119 群がもつとも少ない。1° 桝目当たりの魚群数では奄美大島，中間および済州島の各漁場では多く，操業当たりの魚群数では大東島，済州島および奄美大島の各漁場に多い。

Table 2. Schools of five species in respective fishing grounds per one operation or per 1° square long and lat.

Area and Ground \ Fish name / Item		Striped marlin TS*	SPS**	SPO***	White marlin TS	SPS	SPO	Sailfish TS	SPS	SPO	Black marlin TS	SPS	SPO	Swordfish TS	SPS	SPO
Eastern China Sea																
SAISHUTO	Gr.	621	78	0.76	612	77	0.75	46	6	0.06	9	1	0.01	137	17	0.17
MESHIMA	〃	306	38	0.44	225	28	0.32	59	7	0.08	160	20	0.23	48	6	0.07
TURBULENT	〃	1527	118	0.50	2009	155	0.67	1006	77	0.33	53	4	0.02	130	11	0.05
UOTSURIGIMA	〃	551	69	0.24	1256	157	0.55	1352	169	0.59	269	34	0.12	53	7	0.03
Okinawa Region																
YAKUSHIMA	〃	164	27	0.13	14	2	0.01	15	3	0.02	87	15	0.07	99	16	0.08
AMAMIOSHIMA	〃	880	147	0.64	18	3	0.01	135	23	0.10	305	51	0.22	283	47	0.21
KUMEJIMA	〃	119	17	0.26	34	5	0.08	92	10	0.28	75	11	0.16	100	14	0.21
DAITOJIMA	〃	225	28	0.80	6	1	0.03	86	25	0.30	168	21	0.58	73	9	0.25
MIYAKOJIMA	〃	563	47	0.56	22	2	0.02	296	13	0.20	413	34	0.42	148	12	0.14
Total schools		4,956			4,196			3,087			1,539			1,071		

* TS····Total schools. ** SPS····Schools per 1° square long. and lat.
*** SPO····Schools per one operation.

シロカジキは総魚群数 4,196 群で，中間と魚釣島の両漁場だけで総数のおよそ 80% が漁獲されており，沖縄漁場では全漁場を合わして 100 群に満たない。1° 桝目当たりの魚群数では中間と魚釣島の両漁場が圧倒的に多く，1操業当たりの魚群数でも東海漁場は沖縄漁場の数十倍に達する。バショウカジキでは総魚群数が 3,087 群で，魚釣島と中間の両漁場だけで総数の 76% に達する。1° 桝目当たりの魚群数や1操業当たりの魚群数においても前記の漁場では多い。クロカジキは魚群数 1,539 群で宮古島と奄美大島の各漁場に比較的多く，済州島漁場を除くと全域にわたつて比較的に均等に分布している。1° 桝目当たりの魚群数および1操業当たりの魚群数の多いのは大東島，宮古島，女島および魚釣島の各漁場である。メカジキは総魚群数 1,071 群で，この海域に来遊するカジキ類のうちもつとも少ない。魚群は全域にわたつて比較的に均等に分布しているが，操業当たりの魚群数では沖縄漁場のほうがやや多い。以上，魚群数について得られた結果を綜合すると次のようなことがいえる。

（1） 東海・沖縄両海域に来遊するカジキ類の魚群数は種類によつて著しく相違し，比率ではおよそマカジキ 10，シロカジキ 8，バショウカジキ 6，クロカジキ 3，メカジキ 2 の割合である。

（2） シロカジキとバショウカジキは東海海域の南部水域を分布の中心域とし，マカジキは両海域にわたつて比較的均等に分布し，クロカジキとメカジキは沖縄海域にやや多い。

（3） 魚群の分布濃度も操業状態も均等でなく，あるかたよりがある。したがつて 1° 桝目当たりの魚群数の少ない漁場でも操業が魚群のかたよつて分布する水域で効果的に行なわれたため，1操業当たりの魚群数が大きくあらわれている場合がみられるし，その逆の場合もみられる。

3. 魚群組成の特性

Fig. 1 に示したように，魚群はその大きさが増すと，指数函数であらわされるような減少傾向を示す構造をもつていると考えられる。魚群の大きさを x であらわし，それぞれの大きさの魚群が漁獲される頻度，すなわち魚群数を y とおいた場合

$$y = Ae^{-bx} \tag{1}$$

という関係があるとみてよい。

ここで A は $x=0$ のときの魚群数，すなわち漁獲が 0 である場合の頻度を，また，b は魚群の大きさが増すと魚群数の減少する傾向をあらわす係数（以下単に減少係数と称す）である。魚群が e^{-bx} であらわせるような組成をもつているとすると，漁獲される総漁獲尾数 I_c は，

$$I_c = \int_0^\infty Axe^{-bx}dx \tag{2}$$

また魚群総数 I_s は，

$$I_s = \int_0^\infty Ae^{-bx}dz \tag{3}$$

である。したがつて魚群の平均の大きさ $\bar{x}_s$ は魚群の大きさが a 尾から m 尾までの群については，

$$\bar{x}_{s\,a\to m} = \frac{\int_a^m Axe^{-bx}dx}{\int_a^m Ae^{-bx}dx} = \frac{\left[x\dfrac{e^{-bx}}{-b} - \dfrac{e^{-bx}}{(-b)^2}\right]_a^m}{\left[\dfrac{e^{-bx}}{-b}\right]_a^m} = \frac{me^{-bm} - ae^{-ba} + \dfrac{1}{b}(e^{-bm} - e^{-ba})}{e^{-bm} - e^{-ba}}$$
$$= \frac{1}{b} + \frac{m(e^{-bm} - e^{-ba}) + (m-a)e^{-ba}}{e^{-bm} - e^{-ba}} = \frac{1}{b} + m - \frac{m-a}{1-e^{-b(m-a)}} \tag{4}$$

すなわち漁獲が 0 である頻度が A で，魚群の大きさが 1, 2, 3, ⋯ m 尾である頻度が Ae^{-b}, Ae^{-2b}, Ae^{-3b} ⋯ Ae^{-mb} である場合，a 尾の群から m 尾の群までの平均の1群の尾数は $\bar{x}_{a\to m}$ であつて，ここで $m \geqslant a$ ならば $\bar{x} \fallingdotseq 1/b$ とみてよい。下限 a を 0 尾，上限 m を 1, 2, 3 尾⋯などとおいて，$b=0.2$, 0.4, 0.6, ⋯ 2.0 とした場合の $\bar{x}$ の値を Fig. 2 に示した。同図によると，上限の魚群の大きさがある大きさに達すると，$\bar{x}$ は $1/b$ にひとしい値を示すようになり，その大きさ以上では魚群の大きさのいかんにかか

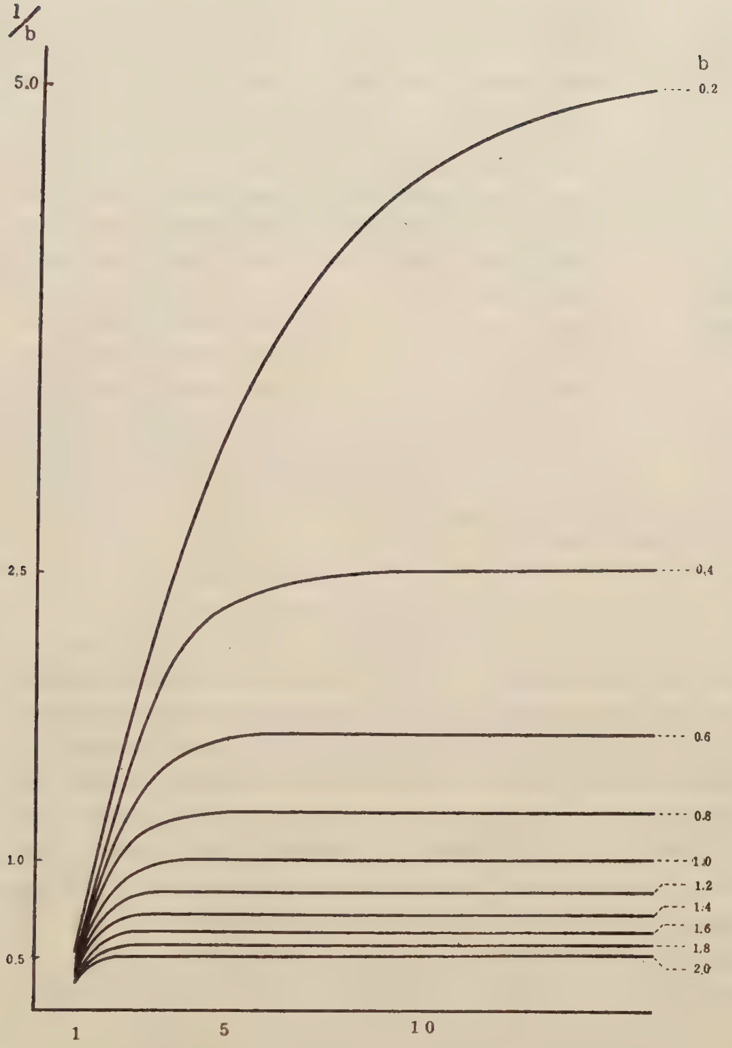


Fig. 2. Showing theoretical values of $(1/b)$ according to extended range of integration.
×···· the size of upper limit of integration.

わりなく平均値は一定の値となる。ただし定値の $1/b$ にひとしくなる上限の大きさは減少係数 b の大きさによつて相違し，b の大きさが小さいほど定値にひとしくなる上限の魚群の大きさが大きく，b の値の大きいほど上限の魚群の大きさは小さい。また，無漁率は総魚群数に対する魚群の大きさが 0 である頻度の割合換言すれば延操業回数に対する無漁操業回数の割合であるから次のようになる。

$$\frac{A}{\int_0^\infty Ae^{-bx}dx} = \frac{A}{A\left[\frac{e^{-bx}}{-b}\right]_0^\infty} \fallingdotseq b \qquad (5)$$

あの魚種の魚群組成がある漁場全域について Ae^{-bx} という分布をしており，操業がかたよりなく行なわれるならば漁獲が 0 である頻度は A 回となるはずである。しかし実際の操業では漁獲の多い水域に漁船が集中する傾向が強く，他のある魚種の分布が少ないか，または全くみられない場合でも，目的とする魚種が

Table 3. Values of (b) and zero haul rate for five species in various fishing grounds.

Ground \ Item \ Fish name		Striped marlin		White marlin		Sailfish		Black marlin		Swordfish	
		(b)*	r. z. h.**	(b)	r. z. h.	(b)	r. z. h.	(b)	r. z. h.	(b)	r. z. h.
SAISHUTO	Gr.	0.398	0.248	0.308	0.259	2.105	0.944			1.407	0.834
MESHIMA	〃	0.374	0.553	0.563	0.671	0.483	0.914	0.279	0.766	1.849	0.930
TURBULENT	〃	0.586	0.494	0.295	0.334	0.296	0.667			1.538	0.957
UOTSURIJIMA	〃	0.581	0.758	0.332	0.448	0.182	0.406	0.480	0.882		
YAKUSHIMA	〃	0.668	0.867							1.342	0.989
AMAMIOSHIMA	〃	0.635	0.360			1.099	0.902	1.359	0.778	1.017	0.987
DAITOJIMA	〃	0.613	0.210			1.143	0.698	0.620	0.410	1.468	0.979
KUMEJIMA	〃	1.044	0.741			0.639	0.800	1.717	0.837	0.534	0.926
MIYAKOJIMA	〃	0.861	0.436			0.945	0.703	1.100	0.586	1.630	0.978
Average		0.506	0.556	0.227	0.398	0.158	0.723	0.573	0.861	0.961	0.906

* (b)・・・coefficient of decrease concerning number of schools, namely theoretical values of rate of zero haul operations.
** r. z. h.・・・rate of zero haul to total operations.

多ければ操業は手控えられることなく行なわれる。意識的に漁獲の目標となる魚種は，マカジキ・シロカジキ・バショウカジキで，クロカジキ・メカジキは副産物的な魚種といえるのであるが，時期や漁場によつて主目的となる魚種と副産物的な魚種は変わる。例えば済州島漁場では夏季から秋季にかけてシロカジキとマカジキが主目的となり，その他は副産物的魚種であり，魚釣島漁場では春季および秋季にバショウカジキとシロカジキが主目的で，他の魚種は副産物的なものである。したがつてどの魚種についてみても全般的には操業がかたよりなく行なわれているとはいいがたい。Table 3 には魚群組成について求めた b の値と，漁場ごとに実際の延操業回数に対する無漁操業回数の割合，すなわち無漁率と同時に併記した。同表にみられるように，b と無漁率は一致せず，漁場や魚種によつてかなりの食い違いがみられる。特にクロカジキとメカジキにおいて著しい相違がみられるし，東海漁場に含まれる各漁場に比較して沖縄沿海の漁場のほうが相違が著しい。操業にかたよりの起る結果，漁獲が0である頻度 A は $A\pm\alpha$ となるから，この場合，1操業当たりの漁獲尾数は，

$$\bar{x}=\frac{\int_0^\infty Axe^{-bx}dx}{\int_0^\infty Ae^{-bx}dx\pm\alpha}=\frac{\left[\frac{e^{-bx}}{(-b)^2}-x\frac{e^{-bx}}{-b}\right]_0^\infty}{\left[\frac{e^{-qx}}{-b}\right]_0^\infty\pm\frac{\alpha}{A}}=\frac{\frac{1}{b}(1-e^{-nb})-ne^{-nb}}{1-e^{-nb}\pm\frac{\alpha b}{A}}\fallingdotseq\frac{\frac{1}{b}}{1\pm\frac{\alpha b}{A}} \quad (6)$$

となる。また，無漁率は，

$$\frac{A\pm\alpha}{\int_0^\infty Ae^{-bx}dx\pm\alpha}=\frac{1\pm\frac{\alpha}{A}}{\left[\frac{e^{-bx}}{-b}\right]_0^\infty\pm\frac{\alpha}{A}}=\frac{1\pm\frac{\alpha}{A}}{\frac{1}{b}\pm\frac{\alpha}{A}}=b\frac{1\pm\frac{\alpha}{A}}{1\pm\frac{\alpha b}{A}} \quad (7)$$

となる。Table 4 に Ae^{-bx} について求めた A の値と実際の操業について求めた漁獲が0の頻度 A' および $A'-A/A=\alpha/A$ の値を表示した。α/A の値が0に近いほど操業がかたよりなく行なわれていることを示しているのであつて，同表によると次のようなことがわかる。

（1） 操業はすべての魚種および漁場において多かれ少なかれかたよつて行なわれている。

（2） 比較的かたよりの少ないのは済州島漁場のシロカジキ，大東島漁場のバショウカジキ，大東島と久米島の両漁場のクロカジキ，大東島と宮古島の両漁場のメカジキなどである。

（3） 中間漁場と魚釣島漁場に分布の中心をもつバショウカジキについてかたよりの大きいのは，同種の

Table 4. Observed and theoretical values of zero haul operations.

Ground \ Fish name	Striped marlin			White marlin			Sailfish			Black marlin			Swordfish		
	ob.v.*	th.v.**	coef.***	ob.v.	th.v.	coef.	ob.v.	th.v.	coef.	ob.v.	th.v.	coef.	ob.v.	th.v.	coef.
SAISHUTO Gr.	205	319	0.36	214	229	0.07	749	678	0.11				689	382	0.80
MESHIMA 〃	379	140	1.71	460	157	1.93	631	19	37.21	525	49	9.71	637	282	1.26
TURBULENT 〃	1992	1198	0.25	1010	610	0.66	2013	258	6.80						
UOTSURIJIMA 〃	1724	346	4.27	1019	252	3.04	923	236	2.91	2006	139	13.43			
YAKUSHIMA 〃	1074	143	6.52										1139	286	2.96
AMAMIOSHIMA 〃	496	860	0.42				1241	247	4.02	1071	967	0.11	1093	428	1.55
DAITOJIMA 〃	60	199	0.70				199	192	0.04	117	120	0.03	212	199	0.07
KUMEJIMA 〃	340	213	0.60				367	64	4.73	384	343	0.08	359	47	6.64
MIYAKOJIMA 〃	435	722	0.40				702	235	1.99	585	618	0.05	850	827	0.03

* ob. v.‥‥observed values of zero haul operations.
** th. v.‥‥theoretical values of zero haul, operations.
*** coef.‥‥coefficient of localized fishing, namely ob. v.-th. v./th. v.

分布が同漁場のうちでも限られた水域に集中しているためであると考えられる。同様のこうが女島・魚釣島の両漁場におけるクロカジキおよび魚釣島漁場におけるシロカジキについてもいえるようである。

IV. 魚 種 の 特 性

Table 3 によると減少係数 b はバショウカジキが 0.137 でもつとも小さく，メカジキが 0.961 でもつとも大きい。係数値の大きさは相互に有意差*がみとめられるので，この海域に来遊するカジキ類の魚群組成は種類によつて違いがあるといえる。群の基本的な単位は個体であるが，この個体が漁獲の対象となる時間的空間的拡がりのなかに収斂し，複数群として認識されることになる。外洋において分散している個体も潮境あるいは海洋学的に閉鎖された水域内に継続して入り込み，次第に集合するものと考えられ，東海水域では索餌という生態現象が群形成のうえに重要な要素となつていることは明らかである。

1. 減少係数の年変化

Table 5 に魚種別に減少係数 b の年変化を表示した。観測年数が少ないので係数の変動の意味するものははつきりしたことはいえない。同表からわかるように，マカジキでは 1952 年以前と以後をくらべると，'52 年以前のほうが成群性がやや高かつたように思われる。なお，経年的にみると隔年に成群性の高低がうかがわれる。シロカジキは 1954 年を除くと，それ以前では年次ごとに成群性が低くなりつつある。バショウカジキは隔年に成群性が変わり，傾向としては低下しつつあるようにみられる。クロカジキは年による変動がかなり大きく，傾向的なものははつきりしない。メカジキは年次ごとに成群性が高まりつつあるように

Table 5. Values of (b) from 1951 to 1955 inclusive for five species of fish.

Fish name \ Year	1951	1952	1953	1954	1955
Striped marlin	0.4360	0.3529	0.5491	0.5047	0.5341
White marlin	0.1109	0.1276	0.1918	0.2840	0.1617
Sailfish	0.0854	0.0556	0.1185	0.0944	0.1746
Black marlin	0.5965	0.8085	0.5328	0.4836	0.9517
Swordfish	1.3642	1.3599	1.4253	1.0803	0.7557

* 危険率 $\alpha = 0.05$

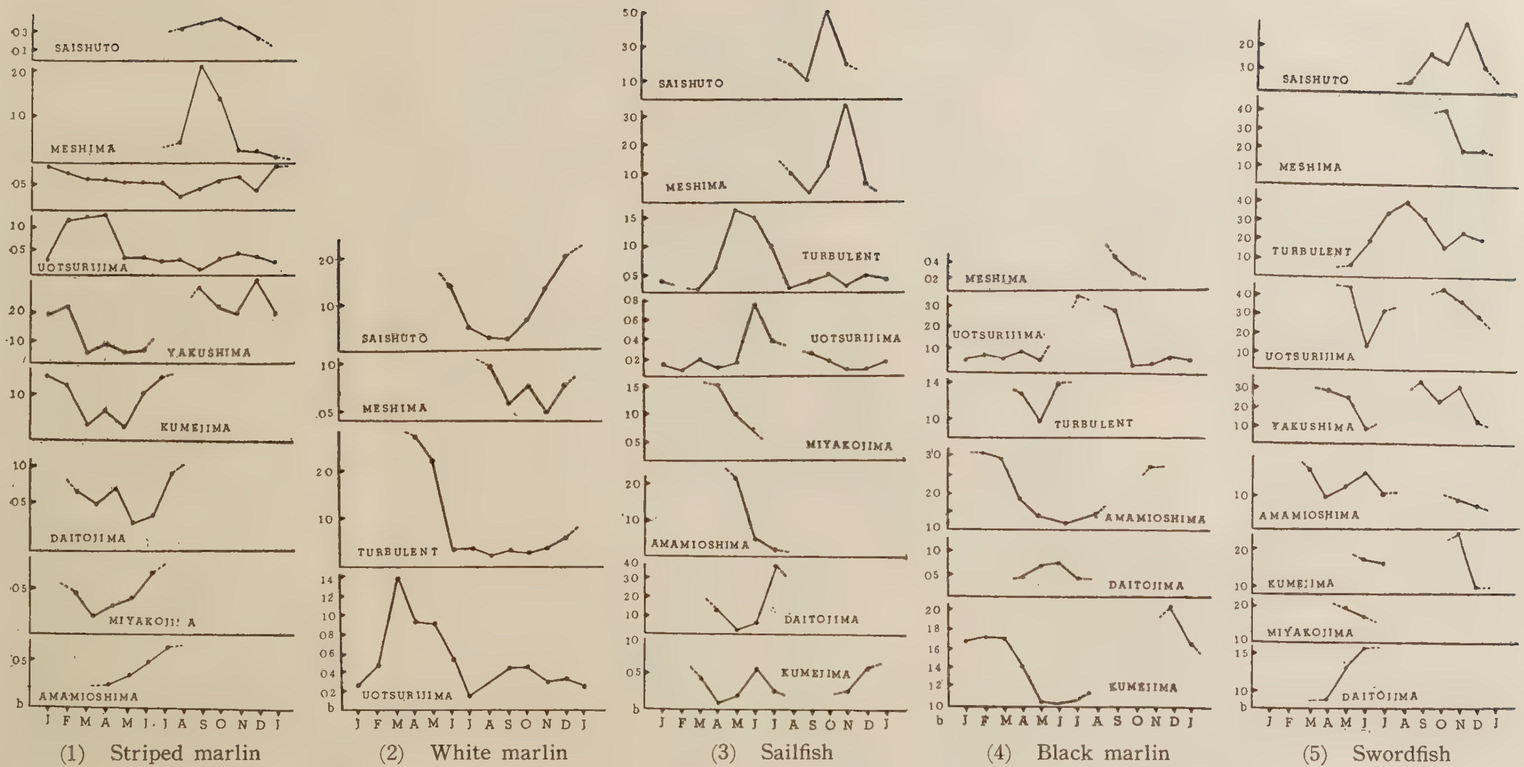


Fig. 3. Showing seasonal fluctuation of values of (*b*) in Striped marlin (1), White marlin (2), Sailfish (3), Black marlin (4) and Swordfish (5) in various fishing grounds.

思われる。以上，述べた減少係数の年変化の様相から考えると，この海域に来遊するカジキ類の魚群の構成は年によつて多少にかかわらず変化し，不定であることがわかる。またその変化には隔年的に増減する，または経年的に増加，あるいは減少する傾向がみられるから，これらの変化は群集体内部の変動やこの海域における群の形成に重要な関係をもつ海況条件の変化に左右されるものと推測されるが，現在はそのような論議のできる段階に到達していない。

2. 減少係数の季節変化

魚種別に減少係数の季節変化を漁場ごとに図示して Fig. 3 (1)~(5) を得た。減少係数 b の逆数は既述したように魚群の平均の大きさを表わすのであるから，b の値の変化は漁場における成群性の変化を表わすとみてよい。このような考え方で同図について各漁場における成群性の変化をたどると次のようなことがいえる。

（1） マカジキ： 古川・古藤ら[2] によると東海水域に来遊するマカジキは，4 月から 6 月にかけて沖縄列島近海一円にわたつて北上回遊してきたものが，この列島線を突破して入りこんできたものであり，特に奄美大島・大東島方面からの来遊群が多いといわれる。まず各漁場における漁期を通じた魚群組成を係数 b によつてみると，東海水域では Table 3 (1) に示したように済州島・女島など北部の漁場で成群性が高く，中間・魚釣島などの南部の漁場ではやや低い。また奄美大島・屋久島・大東島の各漁場では東海水域の漁場よりはやや低いが，宮古島・久米島の両漁場にくらべるとやや高いことがわかる。全般的にみて沖縄近海に来遊した魚群は東海水域に侵入し，とくに 30°N 以北の水域で成群性が高まると推測される。つぎに個々の漁場における季節変化を Fig. 3 (1) についてみると，魚釣島漁場では 2 月から 4 月にかけて b は 1.145~1.314 と成群性は低いが，5 月頃から魚群の来遊をみるにしたがつて群の組成は変化し，翌年 1 月までは 0.253~0.418 と比較的安定した状態が続く。

中間漁場では 2~3 月に一時的に成群性が高まるが，観測回数が少ないので，それがどのような理由によるものか不明であるが，その他の月では 0.272~0.636 を示し，魚釣島漁場におけるとほぼ同様の組成を示す。女島漁場では漁期が短かいので 7 月以前は不明であるが，8 月にはすでに 0.400 とかなり高い成群性をあらわし，9・10 月に一時的に低下し，それぞれ 2.071，1.291 を示す。これは北上回遊群が，この漁場を通過し済州島漁場へ移動したことを暗示する。この北上群は 11 月以降に南下移動が始まると，再びこの漁場にあらわれるようで，11・12 月には 0.256~0.243 ときわめて高い成群性をあらわすようになる。つぎに沖縄近海につい観察すると，屋久島漁場では 9 月から翌年 2 月までは 2.022~3.295 ときわめて低い成群性を示しているが，3 月頃には来遊群を見，以後 6 月までほぼ 0.400 台を維持している。奄美大島漁場では 2 月から 7 月までは魚群の出入りが多いと考えられるのであるが，成群性の月変化も複雑である。4 月から 5 月にかけて魚群の来遊をみるので成群性は高まり，6 月から 7 月にかけては魚群が東海水域に移動するので再び成群性が低下している。この期間中の b の値は 0.277~0.804 を示し，かなり大きな変動がみとめられる。久米島漁場では北上群のあらわれる 3~5 月に 0.263~0.531 を示すほか，成群性は一般に低く，1.026~1.433 を示している。宮古島漁場でも久米島漁場におけるよく似た変化がみられ，3~5 月に 0.186~0.388 はとかなり高い。大東島漁場では 4~6 月に 0.222~0.477 と高く，7 月にはやや低くなる。

以上 b の値の季節変化について観察した結果から，古川・古藤が推測したマカジキ魚群の回遊現象はほぼ妥当なものであると考えられる。

（2） シロカジキ： 本種は沖縄近海では分布密度がきわめてうすいので論議から外した。Table 5 によると，東海水域では中間・済州島・魚釣島・女島の各漁場の順に成群性が高く，この海域では比較的均一に分布しているようである。本種の回遊生態については古藤・古川[3] および古川[4] が報告しているが，それによると 2~5 月にわたつて東海水域から逸散して行く魚群と添加してくる魚群が交錯しており，この関係は肥満度の平均値と変異係数の変動から推論されている。 Fig. 3 によつて成群性の季節変化をたどると，魚釣島周辺では 3 月に 1.403 と年間を通じて成群性がもつとも低いが，4 月以降魚群の来遊が活発となり，成群性が高まる。4~5 月は 0.919~0.903 といまだやや低いが，6 月には 0.516 を示し，7 月は 0.164 と上

昇し，以後はだいたい 0.300～0.450 を維持している。中間漁場では4月頃から漁獲をみるが，成群性は低く，4・5 月は 2.731～2.218 にすぎないが，6月には魚群が急増し，11 月までは 0.209～0.310 を示す。12 月には魚群がうすくなり 0.548 と増大する。この漁場には周年にわたつて魚群が滞泳し，長期間にわたつて好況を持続するが，12月に南下移動群が通過するとともにやや減退し，成群性が低下する。女島漁場では盛漁期が8～12月であるが，成群性はやや低く，この間隔月に成群性の高低がみられる。すなわち 9・11月が高く，8・10・12月には低い。9月は北上群，11月は南下群の来遊による増大と考えられるが，いずれにしてもこの漁場には魚群がながく滞泳することは少ないようである。済州島漁場では6月にすでに若干の漁獲があるが，成群性は低く，1.386 を示した。7 月以降魚群の来遊が増進し，9 月までは 0.444～0.242 と高い成群性を持続するが，10 月頃から魚群の南下移動が始まると成群性は急速に低下し，10 月 0.636 を示したものが 12 月には 2.081 と低くなる。以上，b の値の季節変化からみたシロカジキの回遊現象は古藤・古川の推論を裏付ける結果が得られたように考えられる。

(3) **バショウカジキ**: Table 5 から明らかなように，東海水域では魚釣島・中間・女島などの漁場では成群性は高いが，漁場が北偏するほど低くなり，済州島漁場では 2.105 ときわめて低い。また沖縄近海では久米島漁場が 0.639 と比較的高いが，宮古島・奄美大島・大東島などの漁場は 0.945～1.143 を示し，成群性は低い。Fig. 3 (3) によつて季節変化をみると，魚釣島漁場では6月にもつとも成群性が低いが，以後には高まり，11・12 月では 0.055～0.057 ときわめて高い。その以後は1月から5月まで以前にくらべてやや低いが 0.088～0.126 と高い成群性が持続されている。中間漁場の 5・6 月は成群性低く，1.857～1.665 を示す。7月以降は一般に高く，ほぼ 0.187～0.376 を維持しているが，3月あるいは8月にそれぞれ 0.028, 0.073 と高い成群性を示すことが注目される。女島漁場では8月から 12 月にわたつて資料が得られているが，9・12月を除くと成群性は低い。この両月は北上群および南下群が一時的に集積した現象と考えられる。済州島漁場では8月から12月の漁期間にわたつて成群性は低い。沖縄近海では資料の得られた月が少ない。大東島漁場では成群性がもつとも低いが，それでも 5・6 月にやや高く，1.032～1.367 を示している。奄美大島でも 6・7 月はかなり高く，0.462～0.203 を示しているが，5 月は 2.079 と低い。宮古島漁場では4月から6月にかけて成群性が高まり，1.609 から 0.630 と増進する。久米島漁場は1月はきわめて低調であるが，3・4 月に成群性は高まり，以後再び低調となるが，全般的には魚釣島漁場と同様高い成群性を持続している。

以上 b の値の季節変化からみると，魚釣島周辺とそれに相隣る久米島周辺では，魚群の成群性は高く，北部の漁場ほど低いし，また奄美大島・大東島など沖縄列島東近海の水域においても低い。魚群の北上期および南下移動期にはそれぞれの漁場の成群性が高まるが，北部の水域では魚群の滞泳期間が短かいので，季節変化が著しいが，中間・魚釣島両漁場では魚群が南下してから北上するまでの期間はやや低いが，他の期間では成群性は高く，好況が持続される。b の値につい観察した結果では古藤・古川[5] の推測と一致する。

(4) **クロカジキ**: 東海水域では済州島と中間の両漁場は漁獲がきわめて少ないので割除した。女島・魚釣島両漁場では成群性が高く，沖縄近海では一般に前記の漁場におけるより低い。b の値の季節変化をみると，女島漁場では9・10 月の候に一時的に高くなるが，その前後の月ではきわめて低く，盛漁期には 0.246～0.441 を示す。魚釣島漁場では 7～9 月の候は 3.332～2.484 ときわめて低いが，10・11 月には魚群の来遊が著しく，成群性は高まり，0.206～0.261 を示すが，以後やや低くなり，12～翌年5月までは 0.414～0.817 を示す。宮古島漁場では 4～6 月の間漁獲がみられるが 0.949～1.402 と低く，奄美大島漁場では2月から7月にわたつてやや成群性が高まるが，全般的には低く，3.069～1.180 を示している。久米島周辺漁場でも 12～翌年7月まで漁獲があり，12 月以降では成群性が高まるが，2.484～1.057 と全般にわたつて低い。大東島漁場では沖縄近海の他の漁場におけるより高く，4月から7月までの間は 0.458～0.713 と比較的に高い。本種についての生態現象は明らかにされていないが，沖縄列島近海では大東島漁場を除くと成群性は低く，東海水域に侵入したのち，成群性が高くなることは他の種類に似ているが，マカジキ・シロカジキ・バショウカジキのようにはつきりした回遊生態を示していない。

（5） **メカジキ：** フゥライカジキを除いたカジキ類のうち成群性はもつとも低く，久米島漁場を除くと他の漁場は Table 3 の示すように一般に低い。回遊現象もはつきりしないが，成群性の高い季節を漁場別にみると，中間漁場6月の 0.623，魚釣島漁場6月の 1.179，屋久島魚場6月の 0.693，奄美大島漁場4月の 0.810，11・12 月の 0.766～0.618，大東島漁場4月の 0.847 などが比較的に高いほうであつて，4～6月には魚群の来遊によつて前記の各漁場は一時的に成群性が高まるが，他のカジキ類におけるように東海水域内で成群性が高まる傾向はあらわれない。

V. 要　　約

操業1回当たりの漁獲尾数を魚群の大きさとみなし，カジキ類の魚群構造について解析を行ない，次の結果を得た。

1. 魚群の大きさを x とし，その頻度を y とすると，x の大きさをもつ魚群の数は $y=Ae^{-bx}$ であらわされるような分布構造をもつているといえる。ここで A は漁獲が0である頻度を，b は魚群の大きさが増すと魚群数が減少する傾向をあらわす係数である。総漁獲尾数 $I_c=\int_0^\infty Ax^{-bx}dx$ となる。

2. かたよつた操業が行なわれていない場合には，大きさが a 尾より m 尾までの魚群の平均の大きさは魚群減少係数 b の逆数にひとしく，またその場合漁獲が 0 である頻度の割合は b にひとしくなる。

3. 実際の操業について求めた無漁率 $n.h.r$ と Ae^{-bx} から求めた無漁率 b とは一般に一致しない。これは操業が漁場においてかたよつて行なわれているためで，操業のかたより具合は，Table 4 および 5 に示した。

4. 東海・沖繩両海域に来遊する年平均魚群数はマカジキ 991 群，シロカジキ 840 群，バショウカジキ 617 群，クロカジキ 308 群，メカジキ 214 群であつた。

5. 無漁率は種類と漁場によつて著しく異なり，マカジキは両海域についてほぼひとしく約 55% を示しシロカジキは東海水域では 39.7% であるが，沖繩海域では 97.8% ときわめて高く，バショウカジキは東海水域で 63.8%，沖繩海域では 85.6% をそれぞれ示している。クロカジキ・メカジキはともに無漁率は高いが，沖繩海域では東海水域におけるよりやや低い。

文　　献

1) 農林省農林経済局統計調査部： 漁業・養殖業漁獲統計表，(1958).
2) 古川・古藤・小玉： 南海区水研報告，**8**，49～60 (1958).
3) ――・――・――： ――――――，**11**，108～129 (1959).
4) 古川一郎： 宮崎大学農学部研究時報，**4** (2)，216～221 (1959).
5) 古藤・古川・小玉： 南海区水研報告，**10**，88～105 (1959).

塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—X.
γ線照射による塩素化物の融点の変化

鈴 木 康 策

(1961 年 2 月 14 日受理)

PREPARATION OF A COATING MATERIAL BY CHLORINATION OF FISH OIL—X.
CHANGE IN MELTING POINT OF A CHLORINATION PRODUCT CAUSED BY IRRADIATION WITH γ RAY

Kosaku SUZUKI*

A chlorination product of shark oil dissolved in carbontetrachloride with or without addition of benzoyl peroxide was subjected to irradiation with γ ray by 3.3×10^7 r in a sealed glass tube in order to obtain a product improved in the stability against heat.

The irradiation proved, however, to have little effect on the melting point. The melting point of the product was raised to some extent only when the air in the sealed tube had been replaced by nitrogen before the irradiation, irrespective as to whether benzoyl peroxide had or had not been added to the sample.

CHARLESBY[1),2)] が放射線照射によるポリスチレンの架橋反応を認め，耐熱性が向上することを発表していらい，高分子化合物に対する放射線の作用がいろいろ研究されてきた。同氏[3)] はさらに，たとえ不飽和化合物でもその有する二重結合が分子の中央に位する場合には不飽和炭化水素化合物が達し得る架橋率は飽和炭化水素の架橋率とほとんど変らないことを明らかにした。また放射線重合においては照射により生成したラジカルが反応を開始するが，桜田[4)] によれば放射線がラジカルを生成する能力は物質の不飽和度にはあまり関係しないといわれる。ポリ塩化ビニールは放射線照射により，架橋結合されることによつて，耐熱性を向上する代表的な物質である[5)]が，魚油塩素化物は炭素の長鎖に塩素を結合している点，ポリ塩化ビニールと構造上の類似点を持つている。魚油塩素化物に対する放射線照射の研究は報告されていないが，以上の諸点から見て，魚油塩素化物も放射線の照射によつて多少とも重合または架橋による融点の上昇を呈するのではないかと期待された。そこで耐熱性の向上を目的としてγ線の照射を行なつてみたが，結果はあまり期待にそわなかつた。

実験および結果

Table 1 に示すサメ油 8.0g を四塩化炭素 24cc に溶解し，これに過酸化ベンゾイルを加えることなく，あるいは 0.5g 加えて，それぞれ 50°C あるいは 60°C に加温しながら塩素通気によつて塩素化を行なえば，第 7 報[5)] に述べたように，それぞれ 54～55°C，あるいは 76～77°C の融点を有する魚油塩素化物を得る。Table 2 の実験において，この 2 種類

Table 1. A brief remark on the shark oil used in preparing the present sample.

Acid value	Iodine value	Sap. value
2.0	126.7	162.0

* 東京水産大学沼津実習場 (Numazu Fish. Lab., Tokyo Univ. Fish., Numazu, Shizuoka Pref. Japan).

Table 2. Melting point of chlorinated shark oil after irradiation with γ ray.

No.	Mixtures exposed to the irradiation				Melting point of the product
	Sample I	Carbon-tetra-chloride	Benzoyl peroxide	Sealed together with	
1	0.3g	1.5cc	0g	air	> 50°C
2	〃	〃	0.05	〃	52～54°C
3	〃	〃	0	nitrogen	62～64
4	〃	〃	0.05	〃	〃
	Sample II				
5	0.3g	1.5cc	0g	air	68～70°C
6	〃	〃	〃	nitrogen	80～82

Sample I ····a plain chlorination product. mp. 54～55°C.
Sample II ····a chlorination product added with benzoyl peroxide. mp. 76～77°C.

の塩素化物を使用した。すなわち，前者を試料Iとし，後者を試料IIとした。これらの試料を Table 2 に示すような四塩化炭素溶液とし，過酸化ベンゾイルをさらに添加したりあるいは添加することなく，内径0.8cm，長さ10cmのガラス管に封入した。ただし，ガラス管内の空気をそのままにして，あるいは空気を窒素で置換したのちに溶封した。その区別は Table 2 に示したとおりである。これらの封管を線量率12万 r/時の場所に静置し，Co-60 の γ 線を照射し，照射線量が $3.3\times10^7 r$ に達したとき照射を中止し，各封管の内容物を時計皿上に移して，加熱蒸発し，薄膜状に得られた魚油塩素化物を掻き取り，定温加熱1分後，倍率200倍の顕微鏡で溶融の有無を観察し，また，その融点を測定した。結果を Table 2 に示したが，No. 1, 2 のように空気の接触下に照射を受けるとかえつて融点が低下する。しかし，過酸化ベンゾイルの添加によつて低下の程度が減殺されることも判明した。空気を窒素で置換しておけば No. 3, 4 のように，融点は若干 (8°C) 上昇した。ただし，融点上昇についての過酸化ベンゾイル添加の効果は見られなかつた。No. 5, 6 の実験においては照射に当たり，特に過酸化ベンゾイルを加えなかつたが，その試料 II はサメ油に過酸化ベンゾイルを加えて塩素化してつくられたものである。サメ油 8g に対する過酸化ベンゾイルの使用量は 0.5g[6] であるが，塩素化生成物の収量は魚油の 200% 以上に達するから，1.6g 以上の塩素化物に対して過酸化ベンゾイルが 0.05g の割合となり，Table 2 の No. 2 (または No. 4) に比べれば，過酸化ベンゾイルの割合がはなはだ少ない計算になる。それでも No. 6 のように，No. 4 のものに比べれば，融点のはるかに高いものが得られる。ゆえに，過酸化ベンゾイルは γ 線照射のとき使用するよりも，魚油の塩素化のときに使用するほうが，生成物の融点上昇のためには有効である。しかし，γ 線照射は魚油塩素化物の融点を上昇せしめる手段としては，あまり有効とは認めがたい。照射線量が $3.3\times10^7 r$ に達しても生成物の融点上昇がわずか数度に過ぎないからである。

考　　察

物質に対する放射線照射の効果は一般に分子の主鎖の切断，架橋反応，側鎖の分解などが相伴なつて起り，そのいずれが主となるかによつて機械的，熱的性質の向上または劣化をもたらすものとされている[7]。空気中の酸素は一般に劣化のほうに作用する。本実験において照射による魚油塩素化物の融上昇効果はあまり著しくはないことが判明したが，同時にまたこれは照射線量が不足であつたためであるとは考えられない。すなわち，高分子化合物の放射線重合は桜田[4] によれば，$10^6 r$ 単位の線量が必要であるというが，本実験は $3.3\times10^7 r$ の照射を行なつている。魚油塩素化物には γ 線による反応性があまりないのであろう。炭素長鎖に塩素原子を結合しているといつても，ポリ塩化ビニールは $\left(-CH_2-\overset{H}{\underset{Cl}{C}}-\right)_n$ の構造を有し，塩素の結合が規則的であるが，魚油塩素化物における塩素の結合は不規則であると考えられ，かつまた分子構造のなかには，$\left(-CH_2-\overset{Cl}{\underset{Cl}{C}}-\right)$ や，$\left(-CH_2-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-\right)$ のような結合様式も含まれている可能性がある。前者はポリ

塩化ビニリデンの単位構造で，後者はポリビニールアルコールの単位構造であり，両者ともに放射線照射により崩壊するような種類の分子構造として知られている[5]。その他魚油塩素化物はグリセリンと炭素鎖とから成るエステル結合をも持つていて，不規則な雑多な構造から構成されているため，γ 線照射による重合の行なわれる割合が低く，総括的に見たとき，著しい融点上昇が起らないのであると考えられる。

要　　約

魚油塩素化物を四塩化炭素溶液として，γ線を線量 $3.3\times10^7\,r$ だけ照射したが，空気との接触下に照射された試料については塩素化物の融点はかえつて降下し，窒素中で照射したときは照射したときは数度の融点上昇が認められた。照射に当たり，過酸化ベンゾイルを添用したが，融点上昇に対する効果は認められなかつた。

γ 線照射によつて魚油塩素化物の融点を著しく上昇することはむずかしいようである。

本研究に対し御指導をいただいた本学岡田教授，ならびに照射実験を担当していただいた本学平野敏行氏に御礼申し上げます。

文　　献

1) CHARLESBY, A.: Proc. Roy, Soc., **A 215**, 187 (1952).
2) ――――: J. Polym. Sci., **11**, 513 (1953).
3) ――――: Radiation Research, **2**, 96 (1955).
4) 桜田一郎: 化学と工業, **11**, 955 (1958).
5) 篠原健一: ――――, **11**, 684 (1958).
6) 鈴木康策: 本誌, **26**, 508 (1960).
7) 田畑米穂・但馬義夫: 繊維誌, **16**, 66 (1960).

塗料原料とする魚油塩素化物の製造に関する研究—XI.

魚油塩素化物を混合した塗料の防火性について

鈴 木 康 策

(1961 年 2 月 18 日受理)

PREPARATION OF A COATING MATERIAL BY CHLORINATION OF FISH OIL—XI.

FIRE-RETARDATIVE EFFECT OF A CHLORINATION PRODUCT OF FISH OIL ON COATING MATERIALS MIXED THEREWITH

Kosaku SUZUKI*

Fire-retardative property given on coating materials by mixing a chlorination product of fish oil therewith was examined by comparing a combustion curve of a wooden test plate, which had been painted with test paint, with that of a control plate. Combustion curves were obtained by observing the time required to bring about inflammation of wooden plates heated at specified temperatures. As shown in Fig. 4, it is obvious that coating materials, except boiled oil, mixed with the chlorination product are fire-retardative at heating temperatures lower than about 450°C. In the case of boiled oil and when heating temperature was higher, test plates began to burn in shorter time than control plates did. But combustion of test plates was gentle, and the flame was dim and not persistent, disappearing as soon as the heating of the plates was stopped. On the contrary, combustion of control plates was vigorous and continued even after the heating was stopped. Therefore, the chlorinated fish oil will probably be used with effect for conferring fire-retardative property on ordinary paint.

防火塗料は酸化アンチモン，酸化チタン，珪酸マグネシウム，その他の無機質顔料にその防火性を依存し展色剤としてアルキッド樹脂，ビニール樹脂，アミン樹脂などの合成樹脂を主体として製造されるものが普通であり，被塗装物が加熱された場合の発焔燃焼および延焼を阻止することが，その用途である。魚油塩素化物と塗料ベースとの配合によつて，もし十分防火性のある塗料ができるならば，無機質顔料の配合は必要なく，透明な塗膜を与える防火塗料が期待されるし，また前記無機質顔料を配合するときはいつそう防火性が増強され得よう。魚油塩素化物が防火性を有することはすでに第 3 報[1] に述べた。しかし，同報において実験に用いた魚油素化物は研究初期のもので，融点は 53～54°C[2]（顕微鏡法による）に過ぎなかつた。これに対し第 9 報[3] で得たものは融点 220～222°C を示し，耐熱性は格段に向上している。このような魚油塩素化物と市販塗料との混合物について，その防火性を検討した報告はいまだない。

実験および結果

I. 木片の燃焼におよぼす塗装の影響

塗料は溶剤を含むので，木片の塗装面の乾燥が不完全な場合には，当然溶剤が燃焼に影響するし，また塗膜の硬化が表面と内部では同時には進行しないのが普通であるから，塗装後の乾燥時間があまり短かい場合には燃焼の難易が塗装後の乾燥時間によつて影響されることが想像される。

* 東京水産大学沼津実習場 (Numazu Fish. Lab., Tokyo Univ. Fish., Numazu, Shizuoka Pref. Japan).

なお，木片塗装面の加熱による燃焼には，塗膜とその内側の木片自身と両方の熱分解が関係する。塗膜が極端に薄い場合には木片の熱分解が燃焼に対する支配的な原因となり，塗膜の影響は微弱である。このような塗装状態では塗膜の防火性を検討するのに不適当である。ゆえに塗膜はある程度厚くなければならない。したがつて塗料の防火性を検討するまえに，塗膜の乾燥時間と塗布量（塗膜の厚さ）とが燃焼におよぼす影響を知つておかなければならない。

（1） 塗膜の乾燥時間と発焔燃焼との関係

速乾性の塗料として市販塩化ビニール塗料を，乾燥に比較的長時間を要するものとしてボイル油（アマニ油を主原料とする。JIS-H 5421 B）を選び，木片としては厚さ 1.5 cm，たて横 7.5 cm の平滑に削つたスギ板を使用した。表面をとのこで目止めして，90°C で完全乾燥し，上記の塗料または油を刷毛塗りし，塩化ビニール塗料の場合は 50°C で乾燥し，ボイル油の場合は 90°C で乾燥しながら，何回も重ね塗りを行なつた。塗膜乾燥後の木片の重量増加から計算すると，塗布量は次のとおりであつた。

塩化ビニール塗料　5.00 g/100 cm^2

ボイル油　3.18 g/100 cm^2

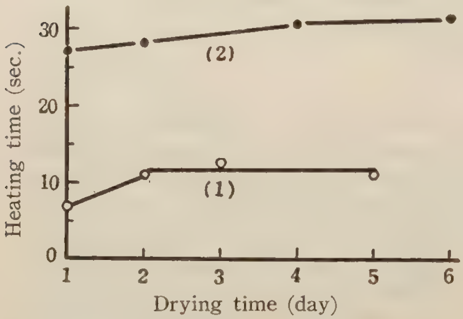


Fig. 1. Heating time required for combustion with flame shown as a function of drying time.

(1)····Vinyl chloride resin paint
(2)····Boiled oil

各塗装木片の燃焼試験は秋田[4] の方法によつた。これは定温で加熱したときの発焔燃焼に要する加熱時間の長短により燃焼の難易を比較するというやりかたである。本実験では加熱温度を 500°C とした。筆者の得た塗膜の乾燥時間と発焔までの加熱時間の関係は Fig. 1 のとおりである。同図横軸の乾燥時間は最終回の塗装後，塗膜が指触乾燥に達した後における乾燥日数であり，乾燥温度は前記のとおりである。Fig. 1 を見ると，乾燥が不十分のときは短時間の加熱で発焔する（燃えやすい）ことがわかる。しかし，塩化ビニール塗料は乾燥2日にして一定の加熱時間（11 秒）で発焔燃焼するようになり，ボイル油の場合は一定時間（この場合は 30 秒）の加熱で燃焼するようになるまでに 4 日間を要する。塩化ビニール塗料は常温でも 2~3 時間で硬化乾燥に達するものであり，本実験のように 50°C で乾燥した場合は乾燥 1 日後にはもちろん十分硬化しているのであるが，乾燥日数 2 日を経過しないうちは，発焔燃焼に達するまでの加熱時間が一定しないのは，塗膜内部に可燃性溶剤が残留する可能性を暗示しているのではないかと思われる。ボイル油の塗膜硬化は酸化重合によるものであるから，塩化ビニール塗料に比べて緩慢に進行するのは当然であるといえよう。

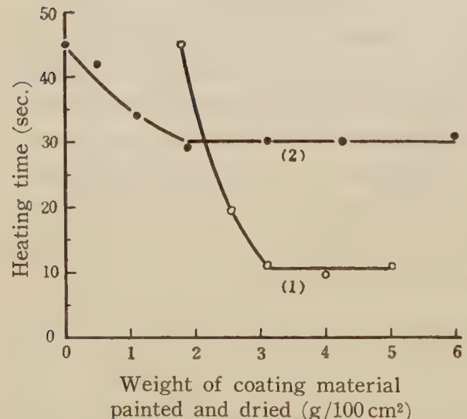


Fig. 2. Heating time required for combustion with flame shown as a function of the amount of coating material per 100 cm^2.

(1)····Vinyl chloride resin paint
(2)····Boiled oil

（2） 塗布量と発焔燃焼との関係

前項 (1) と同様にしてスギ板に塗装し，塗布量と発焔燃焼に要する加熱時間との関係を求めると，Fig. 2 のようになつた。塗膜の乾燥には前項 (1) の実試結果を参照し，ボイル油の場合は 90°C，5 日間，塩化ビニール塗料の場合は 50°C，5 日間乾燥したので，塗膜の乾燥，硬化は十分であるとみてよい。Fig. 2 を見ると

塗装によつて木片が燃えやすくなることが明瞭である。ボイル油ならば 2g/100 cm² 以上，塩化ビニール塗料ならば 3g/100 cm² 以上の塗布量（乾燥塗膜の重量）になると，それぞれ 30 秒，および 11 秒という一定の加熱時間で発焔燃焼するようになる。ゆえに塗料にはそれぞれに特異なある乾燥時間，ある塗布量に達したのちにおいて，発焔燃焼に要する加熱時間が一定になるという塗装条件のあることがわかる。このような塗装条件において，魚油塩素化物を配合した塗料と配合しない塗料との燃焼の難易を比較するのでなければ，塗装による木片の防火効果は批判し得い。

II. 魚油塩素化物を配合した塗料の防火性について

可燃性塗料に不燃性の魚油塩素化物を混合すれば，少なくとも難燃性に変わるものと考えられる。しかし塗料によつてはその変化が必らずしも一様でないであろうから，通常使用される数種の市販塗料の魚油塩素化物混合による防火性について検討した。ただし，透明な塗膜として防火性を持たせる意味から，供試塗料としては魚油塩素化物と相溶性があり，かつ顔料を含まないものを選んだ。試験の要領は前記のスギ板に魚油塩素化物を混合した塗料あるいは混合しない塗料を塗り，乾燥後定温で加熱し，発焔燃焼に要する時間の長短を比較するにある。塗装にはもちろん前述 I の実験結果を考慮しなければならない。

まず魚油塩素化物そのものの防火性を試験したが，結果は Fig. 3 のとおりである。この図はスギ板にとのこで目止めをし，十分乾燥したのち魚油塩素化物のトリクロールエチレン溶液を塗布したもの（乾燥後の塗膜重量は 2.73g/100 cm² であつた）と，目止めだけをして何も塗らない対照木片との燃焼曲線を示したものである。図によると，対照木片は 450°C の加熱によつて 96 秒で発焔燃焼する。これに対し，魚油塩素化物を塗布したものは 450°C の加熱では 180 秒経過してもついに発焔を来たすことなく，事実炭化してしまつたことから見ても，防火効力はきわめて明瞭である。 Fig. 2 を見ればわかるように，ボイル油などは塗装によつてかえつてスギ板を燃えやすくするから，Fig. 3 とよい対照になる。Fig. 3 において，500°C 加熱の場合も塗装による防火効果は明らかであるが，加熱温度が高温になると，対照木片との差が僅少となる。しかし，750°C のような高温加熱によつて，たとえ燃焼しても，火焔の勢いは弱く，対照木片の熾烈な発焔とは段違いである。

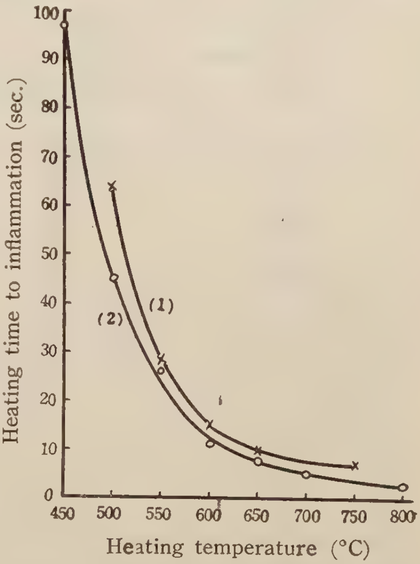


Fig. 3. An illustration of fire-retardative property of the present chlorination product.

(1)··Combustion curve for test plates applied with the present chlorination product

(2)··Combustion curve for control plates

試験木片は加熱を中止すれば（加熱炉より取せば），火焔が直ちに消火するのに対し，対照木片は加熱中止後も盛んに発焔燃焼をつづける。この実験によつて魚油塩素化物の防火性は確認されたので，市販塗料に魚油塩素化物を混合した場合の燃焼性について試験した。その結果は Fig. 4 の (1)~(5) のとおりである。この実験において，塗料と魚油塩素化物との混合割合は両者同重量づつとした。ただし魚油塩素化物を粉末のまま塗料に混合するときには溶解が困難であるため，あらかじめ倍量（重量で）のトリクロルエチレンに 50°C で一晩放置して溶解したのち，塗料と混合し溶解せしめた。Fig. 4 の実験における塗装木片の塗膜の乾燥，塗布量は Table 1 のとおりで，いずれも I の実験結果にそむかないように考慮したものである。ただし，同表の塗布量とは塗料を塗布乾燥後の木片の重量増加から計算したもので，また塗装のしかたは No. 5 のポリエステル樹脂塗料のみ 1 回塗りで，他のものは数回の重ね塗りを行なつた。これはポリエステル樹脂塗料のみ二液硬化型のもので，重ね塗りは適切でないからである。

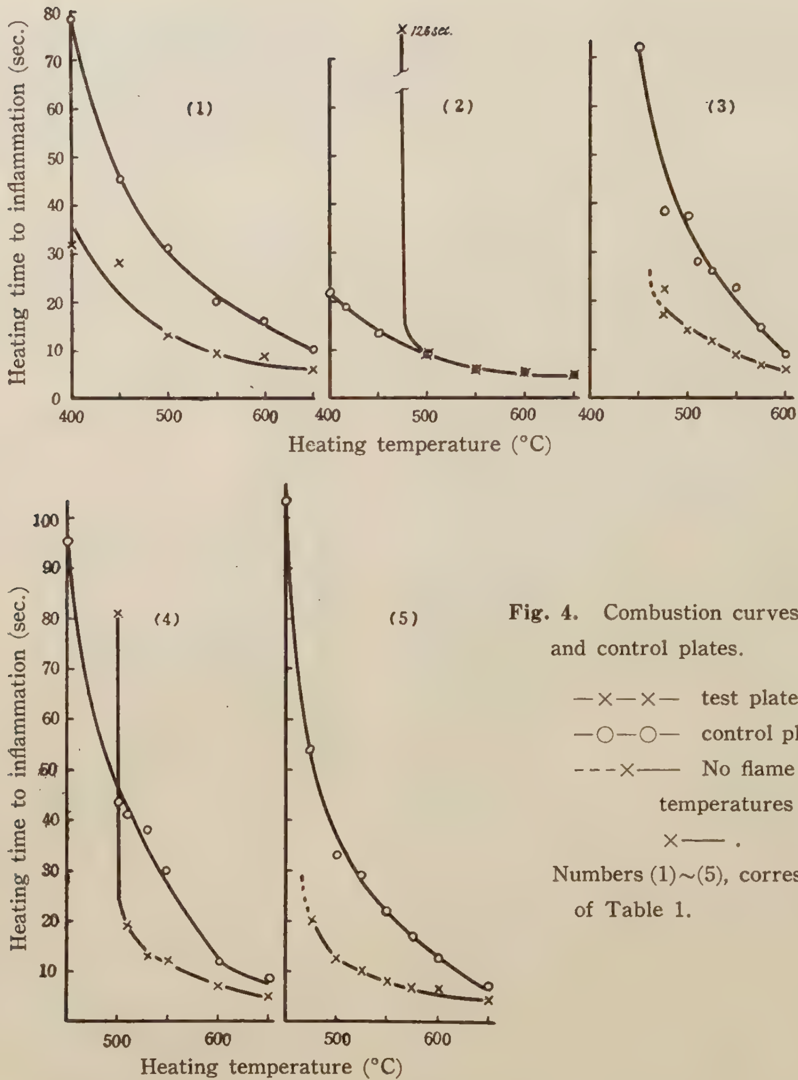


Fig. 4. Combustion curves of test plates and control plates.

—×—×— test plate
—○—○— control plate
- - -×—— No flame broke out at temperatures lower than ×—— .

Numbers (1)~(5), correspond to those of Table 1.

Table 1. Coating materials and their painting referred to the experiment in Fig. 4.

No.	Coating material	Drying Temp.	Drying Time	Weight* of coating material painted on test plates
(1)	Boiled oil	90°C	7 days	3.7~5.0 g/100 cm²
(2)	Vinyl chloride resin paint	50 〃	13 〃	3.5~4.0 〃
(3)	Melamine resin paint	90 〃	5 〃	2.6~2.9 〃
(4)	Spar varnish	90 〃	9 〃	2.5~2.6 〃
(5)	Polyester resin paint	room temp. 50°C 90 〃	1 hour 1 night 5 days	2.9~3.8 〃

* wt. after drying.

さて Fig. 4 を見ると，

No. (1)　ボイル油の場合には魚油塩素化物の混合によつて，かえつて短時間の加熱で発焔するようになつた。魚油塩素化物がボイル油塗膜の熱分解を促進するものと思われる。しかし発生した火焔はきわめてあわい，勢いの弱いものであつた。

No. (2)　塩化ビニール塗料の場合には対照木片が 400°C で加熱されたとき 21 秒で，または 450°C の加熱では 13 秒で発焔燃焼するのに対し，試験木片は 450°C 以下の温度における加熱では 180 秒経過しても発焔燃焼が起らなかつた。しかし，480°C における加熱では 126 秒で発焔燃焼した。さらに加熱温度が 500°C 以上になると，試験，対照の両曲線がまつたく合致してしまう。ゆえに 480°C 以下の加熱においてのみ防火効力が明瞭である。

No. (3)　メラミン樹脂塗料の場合は 450°C における加熱では対照木片が 72 秒で発焔したが，試験木片は180 秒後も発焔しなかつた。しかし，加熱温度がそれよりも高くなると，急に短時間の加熱で発焔するようになる。

No. (4)　スパーワニスの場合も No. 3 の場合と同じような傾向が見られる。加熱温度が 500°C 以上になると，試験木片のほうがかえて発焔しやすくなる。

No. (5)　ポリエステル樹脂塗料の場合には，メラミン樹脂塗料の場合と同様な傾向が見られる。

以上のように発焔燃焼が完全に阻止されるのは，塗料によつて多少の差があるが，加熱温度が比較的低い場合に限られる。

考　　察

一般に防火塗料の防火性は顔料の配合に依存し，BIRNBAUM[5] らによれば，十分防火性を持たせるには酸化アンチモンのような顔料の配合比を 50% 以上にしなければならないというが，これでは無光沢塗料しか製造できない。しかし，魚油塩素化物は塗料に溶解するので塗膜の透明度，光沢を損ずることはない。また顔料をを混合すれば，塗膜の劣化は避けられないが，魚油塩素化物はそれ自体塗膜を形成する物質でであるから，この点顔料よりはなはだ有利である。防火性は実験結果から見て，一般に 450°C 以下の低温における加熱時において完全に発焔燃焼を阻止することができるから，火災の初期の防火上有効なものと考えられる。また，ボイル油に魚油塩素化物を混合した場合，および他の塗料でも加熱温度が高温になつた場合は対照木片より試験木片のほうが短時間の加熱で発焔したが，その火焔を見ると，試験木片の場合はいずれも弱々しい火焔で，加熱を中止すると同時に消えてしまう。対照木片の火焔はきわめて熾烈なもので，加熱を中止してもなお発焔をつづけ，ボイル油塗布木片の発焔は特に爆発的であつた。これを見ると，短時間の加熱で発焔したものが必らずしも防火性が劣るとはいえない。ゆえに，魚油塩素化物の混合によつて，普通塗料に十分防火性を持たせることができると信ぜられる。配合の割合は実際に応じて検討すればよい。

総　　括

スギ板に塗料を施したときの塗膜の乾燥時間，塗布量と塗装木片の加熱による燃焼との関係を明らかにし，その結果を参照したうえで，ボイル油，塩化ビニール塗料，メラミン樹脂塗料，スパーワニス，ポリエステル樹脂塗料などの市販塗料に魚油塩素化物を配合することにより，十分防火性を与えることができるということが判明した。特に 450°C 以下の低い加熱温度においては発焔燃焼が完全に阻止された。

本研究に対し御指導をいただいた東京工業大学舟木教授に感謝します。

文　　献

1) 鈴木康策：本誌，**24**，515 (1958).
2) ————：——，**24**，45 (1958).
3) ————：——，**26**，900 (1960).
4) 秋田一雄：工化，**60**，123 (1957).
5) BIRNBAUM, L. S. and MARKOWITZ, M.: Ind. Eng. Chem., **40**, 400 (1948).

鰭長および黄肌鮪青肉に関する研究

篠野雄一・小野戈止・俵　正・東　克巳

(1961 年 2 月 21 日受理)

STUDIES ON THE GREEN MEAT OF ALBACORE AND YELLOWFIN TUNA

Yuichi SASANO, Hokoto ONO, Tadashi TAWARA and Katsumi HIGASHI*

As a part of studies for predicting the green meat appearance in canned albacore and yellow-fin tuna, various kinds of methods chiefly comprising known ones were examined of their reliability. After a number of examinations it was discovered that a certain compound, which is occasionally contained in flesh of albacore and yellow-fin tuna and gives a yellow ninhydrin paperchromatographic spot from alcoholic extracts, is closely connected with the occurrence of green meat. This compound, though it is still opened to be identified, has been presumed as a sort of peptide from some results of examination. The judgement from color of kidney, on the other hand, proved to be little reliable except when the flesh examined was that of yellow-fin tuna, especially of large body-lengths. The chromatographic judgement, in turn, despite of its far greater reliability as compared with the criticism referred to the kidney color seems also not perfectly satisfying as it requires time in its practice.

Since the greening tendency latent all over the muscular system of fish body was confirmed to be predicted from the behavior of small pieces of flesh on cooking, judgement by cooking test of small flesh pieces may be said for the time being to be a most practicable method of predicting the tendency. It must be noticed, however, the appearance of greenish color in the sample pieces depends upon the time of cooking. Too short a time of cooking proved always to fail in causing the color to develop irrespective as to whether the pieces were boiled in aqueous common salt or in plain water or canned and subjected to the routine heating in retort.

冷凍輸出鮪が青肉発生のため，しばしばクレームを受けるが，いまだにこれを予知する適当な実用的方法がない。

発生の原因ならびに青肉色の本体については，文献によれば魚体の生理的あるいは病理的要因により生体内における血色素ないしは筋肉色素の変化に伴なつて生ずる鎖状ピロール化合物とするもの[1]，他の動物肉において生ずるグリーン化の過程と同様にヘム蛋白の変則的な酸化に因るとするもの[2,3]，通常の良質肉のピンク色はヘモクロムであるが，青肉色はヘミクロムであり，適当な還元剤でヘモクロムに変化し得るというもの[4,5]，さらに発生原因が還元性物質の不足に因るものとしてニコチン酸アミドを採りあげ，その含量を正常肉と青肉とで比較して論じたものなどがある[6,7]。

事前の選別法としては，鮪生肉の表面色を測定して蒸煮後の肉色を推定するもの[8]，生肉浸出液を加熱しその濁りにより判定するもの[9]，あるいは凍結時魚体の内部摩擦を測定し選別する方法[10]が考案されたが，実用にはやや不完全のようである。

さらに最近では腎臓の色調が青肉魚のは正常のものに比し著しく黒味を帯び，これにより簡易選別が行な

* 大洋漁業株式会社　研究所 (Taiyo Fish. Co. Ltd., Taiyo Res. Lab., 12-4 Nishigashidori, Tsukishima, Chuō-ku, Tokyo).

えるという報告もある[11]。

われわれは鰭長，黄肌の青肉を予知する方法を見出すのを目標に研究に着手，年間にわたり鮪缶詰工場において試料の採集を行ない，近海産冬鰭，夏鰭，太平洋，印度洋，太西洋の各種鮪につき文献の追試を含め種々の角度より検討を加え，さらにこれらのデータを基として昭和35年8月より11月にわたりフィジー諸島方面で操業した鮪母船広洋丸に小型クッカーと試験設備を設置し，冷凍前の鰭長，黄肌それぞれ120尾について約3カ月にわたり青肉発生を観察し，各種化学測定を行なつた。

青肉本体の究明と実用に適する選別法の確立はいまだなし得ないが，二，三の新らしい知見を報告する。

実験ならびに考察

(1) 魚体の大きさと青肉との関係

従来魚体の大きなものほど青肉が多いといわれ，特に黄肌では実際に100ポンド以上の大型魚にクレームが多いことは，この事実を示すものである。

高年魚と若年魚とでの生理的違いはあるかも知れないが，それについて具体的に青肉と関連ある事実は見出せない。

われわれが近海，印度洋，太西洋の鰭長および南太平洋の鰭長，黄肌について調べた範囲でも大型魚に発生率の高い傾向は認められるが，小型にも青肉がかなりあり，いちがいにはいえない (Table 1)。

Table 1. Possible correlation of color of Precooked meat with body length examined for tuna.

(1) Albacore of Atlantic Ocean.

Grade of Cooked meat* \ Length (cm)	88～90	90～92	92～94	94～96	96～98	98～100	100～102	102～104	104～106	106～108	108～110	Total
A	1	1	1	2	2	1	1	0	1	0	2	12
B	0	0	0	3	2	3	2	1	1	0	0	12
C	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	4
D	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Total	1	1	1	8	4	5	5	1	2	0	2	30

(2) Albacore of Indian Ocean.

Grade of Cooked meat* \ Length (cm)	84～86	86～88	88～90	90～92	92～94	94～96	96～98	98～100	100～102	Total
A	0	0	1	2	3	1	0	0	0	7
B	1	0	1	2	4	0	1	0	0	9
C	0	0	0	2	2	5	0	1	1	11
D	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
Total	1	0	2	6	9	6	3	2	1	30

(3) Albacore of Inshore fishing.

Grade of Cooked meat* \ Length (cm)	72～74	74～76	76～78	78～80	80～82	82～84	84～86	86～88	88～90	Total
A	0	0	0	1	2	3	1	0	0	7
B	1	0	0	6	8	7	2	3	3	30
C	0	0	0	0	2	2	5	1	0	10
D	0	0	1	0	1	1	2	0	1	6
Total	1	0	1	7	13	13	10	4	4	53

(4) Albacore of Southern Pacific Ocean.

Grade of Cooked meat* \ Length (cm)	below 70	70～75	75～80	80～85	85～90	90～95	95～100	100～105	Total
A	0	0	0	9	14	19	3	3	48
B	1	4	6	15	9	2	7	0	44
C	4	1	6	2	2	4	1	0	20
D	0	2	1	0	1	1	0	3	8
Total	5	7	13	26	26	26	11	6	120

(5) Yellow fin tuna of Southern Pacific Ocean.

Grade of Cooked meat* \ Length (cm)	80～90	90～100	100～110	110～120	120～130	130～140	140～150	150～160	Total
A	1	4	11	21	10	8	1	0	56
B	0	0	11	10	3	1	1	0	26
C	0	3	7	4	0	1	0	0	15
D	0	0	3	4	3	4	3	1	18
Total	1	7	32	39	16	14	5	1	115

A: Brine A grade. } Suitable for export.
B: Brine B or Oil A grade. }
C: Oil B or Exceptional grade (Dark meat).
D: Green meat.

(2) 肥満度と青肉との関係

青肉は痩せたものに多いという文献[12]があり，缶詰工場でも選別基準とするものもあるが，われわれが測定し有意差検定を行なつた結果では有意の差を認めることはできなかつた。

$$F_0 = 2.41 \qquad F^1_{56}\begin{matrix}(0.01) = 7.12 \\ (0.05) = 4.02\end{matrix}$$

(3) 外観，鮮度と青肉との関係

工場および船上の試験結果でも鮮度のかなり悪い原料から良質の蒸煮肉が得られ，その間の関係は見出せない。また，目の濁り，体表の色，副鰭の色など外観上の差も認められなかつた。

(4) 雌雄と青肉との関係

太西洋，南太平洋鰭長について調べたが，相関は見出せなかつた。

(5) 生肉の紫外線照射と青肉との関係

紫外線 ($\lambda = 257\,\mathrm{m}\mu$) の下で生肉色を観察したが，青肉に対する特異反応はなかつた。

(6) 生肉色と青肉との関係

生肉色の褐色の強いもの程青肉になるものが多く，また赤味の強いものにも青肉になるものがある。しかし選別の基準とするには不正確である。

(7) 生肉浸出液の加熱時の濁りと青肉との関係

青肉との相関を指摘した文献[9]の追試を行なつたところ，ある群では相関が比較的認められたが，ある群では相関性なく，選別の基準とはしがたい結果となつた。この濁りは pH と関係があり，pH 6.2 を境いとしてこれよりアルカリ側で透明になる。

(8) 生肉の pH と青肉との関係

前に述べたように，濁りと pH は相関があり，試験当初の群は pH と青肉との関連性が認められたので多数の魚体について測定した結果，ある群では良く相関性があるが，ある群ではなく，全体として選別の基準とはなしがたい結果となつた。

なお，pH を動かす要因として揮発酸，揮発塩基，乳酸を定量したが，乳酸が圧倒的にこれを左右する要因であつた。近海産鰭長では夏鰭が冬鰭に比べ酸性側のもの多く pH 5.6~5.8 に集まつている。

(9) 眼房水と青肉との関係

鮮魚の眼房水の色調，pH と青肉との関連はなかつた。

(10) 肝臓中のビリルビンと青肉との関係

病的要因として肝臓機能障害が青肉発生の原因とするならばビリルビンの存在が問題視されるので，青肉鮪の三塩化酢酸除蛋白沪液中のビリルビン検出を試みたが，反応陰性であつた。

(11) 腎臓の色と青肉との関係

缶詰工場で集荷せる鰭長，黄肌について試みたが文献[11]に見られるような結果が得られなかつた (Table 2)。

Table 2. Possible correlation of color of precooked meat with that of kidney.

Color of kidney \ Grade of cooked meat*	A	B	C	D	Total
(1) Frozen Albacore of Atlantic Ocean.					
Dark brown	10	7	2	3	22
Reddish brown	0	0	1	0	1
Brown	0	0	1	0	1
Dull reddish orange	0	1	0	0	1
Total	10	8	4	3	25
(2) Fresh Albacore of Inshore fishing. (A Group)					
Grayish brown	4	1	1	2	8
Reddish brown	0	1	1	0	2
Brown	1	2	2	3	8
Dull reddish orange	0	1	0	0	1
Total	5	5	4	5	19
(3) Fresh Albacore of Inshore fishing. (B Group)					
Reddish brown	1	0	1	0	2
Brown	3	2	1	1	7
Yellowish brown	3	4	0	0	7
Light brown	0	2	2	0	4
Reddish orange	0	0	1	0	1
Dull reddish orange	0	0	0	1	1
Total	7	8	5	2	22
(4) Frozen Yellowfin tuna of Indian Ocean.					
Grayish yellow brown	4	1	1	0	6
Yellowish brown	6	4	1	4	15
Grayish brown	0	2	1	0	3
Brown	2	1	3	3	9
Total	12	8	6	7	33

Color of kidney \ Grade of cooked meat*	A	B	C	D	Total
(5) Fresh Albacore of Southern Pacific Ocean.					
Dark brown	14	8	5	5	32
Grayish red brown	1	1	2	0	4
Reddish brown	17	17	5	1	40
Yellowish brown	0	0	1	0	1
Brown	9	9	5	2	25
Light brown	0	2	0	0	2
Dull reddish orange	4	4	1	0	9
Yellowish red	3	3	1	0	7
Total	48	44	20	8	120
(6) Fresh Yellowfin tuna of Southern Pacific Ocean.					
Dark brown	2	2	0	9	13
Yellowish gray	0	0	1	1	2
Grayish red brown	0	0	0	1	1
Reddish brown	19	4	2	1	26
Yellowish brown	4	7	3	1	15
Brown	20	7	6	4	37
Light brown	6	0	1	1	8
Dull reddish orange	6	4	3	0	13
Yellowish red	2	2	0	1	5
Total	59	26	16	19	120

* A: Brine A grade.
B: Brine B or oil A grade.
C: Oil B or Exceptional grade (Dark meat).
D: Green meat.

ので，改めて鮪母船上において鮮魚で試験したところ (Table 2-(5), (6))，青肉魚の腎臓に黒味を帯びたものが多い傾向は認められたが，黒味のないものもあり，また鰭長では正常魚で黒味を帯びたものがかなりあり，選別方法としては適中率が低いようである。ただし黄肌は大型になるほど選別確率が高くなる (Table 3)。

Table 3. Possible correlation of body weight and color of kidney examined for Yellowfin tuna (green meat).

Weight (kg) \ Color of Kidney	Dark brown	Not colored in dark brown
10 ～ 20	0	4
20 ～ 30	2	2
30 ～ 40	2	1
40 ～ 50	1	3
50 ～ 60	4	0

(12)　肉の燐含量と青肉との関係

青肉と正常肉の生肉中の燐含量を比較したが，いずれも 250～270 mg% で差は認められない。

(13)　生肉抽出液のペーパークロマトグラフィーと青肉との関係

a.　黄色 Spot について

青肉と正常肉の遊離アミノ酸を比較する目的で，生肉のアルコール抽出液についてペーパークロマトグラフィーを行なつた。ニンヒドリン発色によるクロマトグラムはA級品の肉も青肉も同様であつたが，ただ一つ R_f 0.52～0.54 に青肉では黄色の Spot が現われるが，A級の肉には現われないことを発見した。他の多数の魚体につき黄色 Spot 出現の有無と蒸煮後の肉色等級との関連性を調べた結果，蒸煮後の肉色等級上位のものには黄色 Spot がほとんど現われず，下位になるに従い出現頻度が高くなることが解つた。さらに試験装置を鮪母船に持込み，小型クッカーによる蒸煮と併行して黄色 Spot と蒸煮肉色との関係を調べ，この傾向を再確認した。

この結果は鰭長，黄肌およびその生，冷凍いずれについても同様である (Table 4)。

さらに蒸煮後のものについて調べたところ，同様に青肉には黄色 Spot が現われたが A 級には現われな

Table 4. Relationship between the appearance of yellow spot in chromatogram and grade of precooked meat.

Grade of cooked meat* \ Degree of yellow-spot	卅	廾	+	±	−	Total
(1) Frozen Albacore of Atlantic and Indian Ocean.						
A	0	0	1	2	12	15
B	0	0	2	1	3	6
C	0	2	3	1	0	6
D	1	1	4	0	0	6
Total	1	3	10	4	15	33
(2) Fresh Albacore of Inshore fishing and Indian Ocean.						
A	0	0	2	3	4	9
B	1	2	9	3	5	20
C	0	4	6	2	3	15
D	3	2	5	0	0	10
Total	4	8	22	8	12	54

Grade of cooked meat* \ Degree of yellow-spot	卅	廾	+	±	−	Total
(3) Fresh Albacore of Southern Pacific Ocean.						
A	0	0	6	14	28	48
B	3	6	21	11	3	44
C	6	3	9	2	0	20
D	5	2	1	0	0	8
Total	14	11	37	27	31	120
(4) Fresh Yellowfin tuna of Southern Pacific Ocean.						
A	0	0	3	12	44	59
B	0	3	11	3	9	26
C	0	5	9	2	0	16
D	8	5	6	0	0	19
Total	8	13	29	17	53	120

* A, B, C, D Grade is same to Table 1, 3.

Table 4-(3), (4) について相関係数を求めると $r=0.714$, $r=0.818$ となり，いずれも明かに有意である。

かつた。これより見て黄色 Spot 物質は肉色と関係があり，その出現する魚体はすでに生においてこれを有し，蒸煮後も消失せずに残るものと考えられる。

この物質の本体については，魚肉中に含まれる各種アミノ酸との比較をクロマトグラフィーによつて行なつたが該当するアミノ酸はない。黄色 Spot の区分を分離抽出し，酸で加水分解すると黄色 Spot は消失し新たに数個のニンヒドリン陽性 Spot が出現するのでペプチドと推定する。この黄色 Spot と青肉色との関係はいまのところ説明し得ないが，青肉鮪の体質的な特長を示す indicator として大きな役割を持つものと考えられる。

試料調整　鰭長および黄肌生肉に4倍量の 95% アルコールを加えホモジナイザーで充分攪拌後沈澱を沪別し，沪液の一定量を湯浴上でアルコールを除きながら濃縮し，乾固物を一定量の蒸留水に溶かしてこれをクロマト試料とする。

展開および呈色　*n*-ブタノール：酢酸：水の割合が (25：6：25), (40：5：7), (4：1：1) および *n*-ブタノール：エタノール：水 (1：2：1) の4種の展開溶媒を試みたが，*n*-ブタノール：酢酸：水 (4：1：1) がもつとも良好で以下すべてこの溶媒で一次元展開を行なつた。呈色は 0.1% ニンヒドリン (アセトンに溶解) を噴霧し加熱して発色させる。

生肉中の黄色 Spot の有無，その濃さと蒸煮肉色との関係は Table 4 のごとくである。

b.　青肉の色と黄色 Spot との関係

黄色 Spot が青肉の色そのものと直接関係があるのか，あるいは青肉となる鮪の生理現象に関係があるのか不明であるが，以下の実験では後者の可能性が大きい。

すなわち青肉になる黄肌生肉に4倍量の 95% アルコールを加え，濃縮乾固物を蒸留水に溶かした試料液（このなかに黄色 Spot 物質が含有されることを確かめ）を注射器により蒸煮肉色A級の生肉に注入し蒸煮したが，充分肉中に浸透せず注入附近だけごく一部分褐色になつたのみで判定しがたかつた。この液を擂身にしたA級生肉と充分混ぜポリエチレン袋に入れて沸騰水中で約1時間煮熱し，同時に対照として試料液を混ぜないA級ならびに青肉鮪の生肉擂身も煮熱し比較したが，液添加の擂身は僅かに黄褐色を呈する程度で青肉色とはいいがたかつた。またA級生肉から同様にして調製した試料液と上記青肉からの試料液を湯浴中で加熱し（100°C で1時間）色調を比べたが，いずれも黄褐色でほとんど差がなかつた。

(14)　加熱と青肉との関係

魚体の一部小肉片を加熱して青肉を判定するのはもつとも簡単な方法であるが，果して丸あるいはフィレーを蒸煮したときと同じ色調が再現されるかどうかを確かめる必要がある。これを確認するために母船に設置した小型クッカーによりフィレーとその一部小肉片を別々に蒸煮して比較した。(多少の馴れを要する。) その結果，蒸煮小肉片の色で全魚体の色調がほぼ推定し得ることを認めた。さらに小肉片を沸騰水中に約10分加熱し，切断面の肉色を調べたが，正常肉，青肉の識別は困難であつた。そこで蒸煮方法により青肉出現に差があるかと考え，肉色を判定した魚体の半身を冷凍にして持帰り，そのなかから青肉黄肌フィレーを選び，クッカー蒸煮，塩水，常水沸騰水煮熱の3方法で行ない，また加熱時間も変えてみたところ，短時間の加熱では3方法いずれも青肉色は出現せず長時間になると3方法いずれも青色を呈することがわかつた。

試　料　全身にわたり濃厚な青肉となる黄肌フィレー（番号を魚体に附し予め判明している）とその対照として肉色A級のフィレーをとり，バンド・ソーにて巾 4cm の小切に切断して試験に供した。

試験方法ならびに結果　加熱方法を 10% 食塩水，常水の沸騰水およびクッカーの3方法で，加熱時間はそれぞれ15，30，60，120分の4段階に分け，煮熱肉の冷却にはシャワーによる急冷と自然放置の緩慢冷却を行ない，さらにそれぞれの肉を缶に詰め常法のレトルト殺菌 (110°C, 70 分) を行ない，開缶後肉色判定した。レトルト殺菌後の段階での結果は煮熱方法による肉色差はなく，加熱時間が 15 分のものは対照品と変わらず，30 分で僅かに褐色，60 分で青肉色を呈し，120 分のものは 60 分のものとほとんど同じであつた。急冷，緩慢冷却による肉色の差は加熱 15 分で僅かに認められるが，それ以後では差はなかつた。次にレトルト殺菌を経たものはいずれも青肉となり，その強さも同程度になつた。すなわち加熱殺菌前の段

階では青肉色を呈さなかつたものも，この行程を経ると，青肉の素因を有する肉はすべて青肉色を出現するようになる。

結　　論

いくつかの試験の結果，黄肌の腎臓の色および鰭長，黄肌の肉におけるペーパークロマトグラフィーで黄色 Spot を与えるペプチドと推定される物質の有無が青肉と関連があり，特に黄色 Spot 呈示性の有無がかなり高い相関関係を示している。実用的予知方法とするには，腎臓の色調では適中率が低く，クロマト法は手間のかかるのが難点である。生まの小肉片を蒸煮すると，その肉色で全魚体の肉色をほぼ推定できるので，現段階ではこれがもつとも簡単な方法であり，これ以外の適当な方法は見出せなかつた。ただし生肉の蒸煮時間が短かいと，青肉は青肉色を呈さず，一定時間の加熱によりはじめて現われることが認められ，これより見て青肉発生の原因は漁獲以後の変化ではなく，すでに生存中に存在する血液蛋白中の変則的酸化物質の存在と同時に，加熱時の還元性物質の不足が充分考えられる。

本研究を行なうに当たり，種々御協力頂いた林兼水産工業静岡工場ならびに鮪母船広洋丸乗組の方々に深く感謝の意を表する。

文　　献

1) 静岡缶詰協会:　缶壜詰，**31** (2), 27～45 (1952).
2) NAUGHTON, J. J., FRODYMA, M. M. and ZEITLIN, H.:　*Special Scientific Report, Fisheries* No. 197 (1956).
3) NAUGHTON, J. J., FRODYMA, M. M. and ZEITLIN, H.:　*Special Scientific Report, Fisheries* No. 247 (1957).
4) BROWN, W. D. and TAPPEL, A. L.:　*Food Reserch*, **22** (2), 214～221 (1957).
5) BROWN, W. D., TAPPEL, A. L. and OLCOTT, H. S.:　*Food Reserch*, **23** (3), 262～268 (1958).
6) 藤巻正生:　食品工業，**2** (5), (1959).
7) 藤巻正生・櫛田淑子・桜井芳人:　日本水産学会年会講演，(1960).
8) 高橋信之・松阪安正:　缶詰時報，**36** (8), 45～71 (1957).
9) 長谷川昇一:　缶詰時報，**36** (8), 31～43 (1957).
10) 宝谷幸男:　缶詰時報，**36** (11), 39～63 (1957).
11) 平尾秀一ほか7名:　本誌，**24**, 671～681 (1958).
12) 静岡缶詰協会:　缶壜詰，**30** (10), 51～70 (1951).

海洋性硝酸化成細菌に関する研究—I.

培養法ならびに分布について（予報）

木俣正夫・河合　章・吉田陽一

(1961 年 2 月 28 日受理)

STUDIES ON MARINE NITRIFYING BACTERIA (NITRITE FORMERS AND NITRATE FORMERS)—I. ON THE METHOD OF CULTIVATION AND ON THE DISTRIBUTION (PRELIMINARY REPORT)

Masao Kimata, Akira Kawai and Yoichi Yoshida*

Preliminary studies were made on the method of cultivation for marine nitrifying bacteria and on the distribution of them.

A. Some results on the methods of cultivation were obtained, as follows;

1. Marine nitrifying bacteria don't grow in the ordinary media for soil ones, and grow hardly even in the media prepared by using sea water instead of fresh water.

2. Marine nitrifying bacteria grow well in the medium prepared as follows: $(NH_4)_2SO_4$; 30 mg (for nitrite formers) or KNO_2; 30 mg (for nitrate formers), KH_2PO_4; 2 mg, and chelated iron (EDTA-Fe); 0.2 mg are added to 1 litter of sea water, and this solution is adjusted to pH = 8.4 by the addition of 50% K_2CO_3, and then autoclaved. This medium is very low in the concentration of $(NH_4)_2SO_4$ or KNO_2, comparing with the media for nitrifying bacteria of soil, that is, the concentration of the former is about 1/100 of that of the latter.

3. Further marine nitrifying bacteria grow very well, when small amounts of sand are added into the above mentioned media.

B. Researches on the distribution were made by using of the method of cultivation as described above, and some results were obtained, as follows:

1. In the sea water in nature, there are very few nitrite formers and nitrate ones, i. e. both of them are similarly fewer than 0.3 cell/m*l*. In the sea bottom muds, they are the maximum in bacterial counts at the surface layer of the muds, i. e. both of them are similarly $10^3 \sim 10^4$ cells/g, and they decrease with the length distant from the surface layer, i. e. are fewer than 10^2 cells/g at the layer bellow 15 cm in depth from the surface one.

2. In the breeding sea water in the aquariums of circulating system, nitrite formers and nitrate formers are markedly more than those in the sea water in nature, i. e. both of them are similarly $10^2 \sim 10^3$ cells/m*l*.

3. In the filter-sand of the aquariums of circulating system, both of nitrite formers and nitrate formers are similarly $10^4 \sim 10^5$ cells/g and these counts are almost unchanged by the length from the surface layer.

アンモニアから亜硝酸，亜硝酸から硝酸を生成する硝酸化成作用は，海洋中の窒素の循環における重要な一環であり，したがつて海洋の生産力に密接な関連をもつている。それにもかかわらず，この分野における従来の研究はアンモニウム塩，亜硝酸塩，硝酸塩などの塩類の（量的変化の）定量のみにとどまつており，これらの諸塩類の量的変化に本質的な役割を演じている海洋性硝酸化成細菌に関する研究はほとんど行なわれていない。またこれら細菌の純粋分離や生理生態学的研究はもちろんのこと，このような諸研究を行なう

* 京都大学農学部 (Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan).

ために必要な培養法すらも確立されていない。もちろん，このような細菌が海洋中に存在することは当然予想されるところであり，その存在を実証するための研究はすでに古くから行なわれている[1]が，培養法が不適当なため，まだ海洋中に常在することを実証するに至つていない。

しかし，土壌中の硝酸化成細菌に関しては農耕上重要であることと関連して比較的研究が多く，培養法，純粋分離法，そのほか生理生態学的研究に関する報告が多くみられる[2),3),4),5),6)]。

したがつて著者らは海洋性の硝酸化成細菌に関する研究を計画した。この研究をはじめるに当たつてもつとも必要なことは培養法の確立である。それゆえ著者らは各種の培養法を考案し，それらを比較検討して本細菌の存在を確認するために好適と考えられる培養法をみい出し得たので，ここに報告する。

実　　　験

A. 培養基および培養法

1. 予 備 実 験

従来使用されている硝酸化成細菌の培養基はすべて淡水で調製されているから，まず淡水の代わりに海水を用いた同様の培養基をつくり，これに海水，海底の砂や泥などを直接接種して放置し，硝酸化成作用が起るか否かを多数の試料について観察した。なお亜硝酸の生成は硫酸還元ストリキニン試薬* により，硝酸の生成は G. R. 試薬** により判定した (以下の実験も同じ)。しかし硝酸化成作用の行なわれたものは全然なく，海洋性硝酸化成細菌はこのような方法では発育しがたいことが確認された。

一般に海水中に含まれる諸種の栄養塩類の濃度は土壌に比較すれば極めて稀薄であるから，海洋性硝酸化成細菌が発育するためには，上記の培養基はアンモニウム塩，亜硝酸塩などの諸成分の濃度が高すぎるのではないかと考えられたので，この点を考慮して二・三の予備実験を行なつた。その結果，次の組成を有する培養基—沪過海水 1l に対し，硫酸アンモニウムまたは亜硝酸カリウム 30 mg，第一燐酸カリウム 2 mg，chelated iron (EDTA-Fe) 0.2 mg を加え，さらに 50% 炭酸カリウムを加えて pH を 8.4 にし，15 ポンドで滅菌—に試料を接種すれば硝酸化成作用がおこる場合のあることが確認された。

さて，このようにして発育した硝酸化成細菌の培養の一定量を上記培養基で適宜稀釈し，この稀釈したものの一定量を再び同様の培養基に接種して 25°C に放置し，硝酸化成作用がおこるか否かを観察した。その結果，10^2～10^3 程度まで稀釈した培養を接種した場合には硝酸化成作用がおこるが，それ以上に稀釈したものを接種した場合にはこの作用がおこらず，硝酸化成細菌が発育したことは認められなかつた。なお硝酸化成作用が現われるまでに要する時間はきわめて長く 1～2 カ月であつた。また培養期間中に通気を行なつても好結果はえられず，むしろ悪影響をおよぼすように思われた。これは恐らく通気による攪拌とアンモニアの揮散が原因ではなかろうか。

2. 培 養 法

土壌中の硝酸化成細菌の培養には固形物として炭酸カルシウム末を添加する方法も行なわれているので，このような添加物の影響をみるために，上記培養基を試験管 (15×150mm) に 5 ml づつ分注し，これらの各々に細砂，石英砂，炭酸カルシウム末，雲母片，脱脂綿および沪紙片をそれぞれ約 1g 添加して滅菌したものを用意した。次に硝酸化成細菌の同一培養を順次 10 倍ずつ稀釈した稀釈液を上記の試験管に 1 ml ずつ接種し，培養した。なおこの実験では同一添加物，同一稀釈度のものについて5本づつ試験を行ない，各稀釈度における硝酸化成作用陽性の試験管の数 (5, 4, 3, 2, 1, 0) から大腸菌群の計数に用いられている最確数を求める方法を準用して，結果を表わした。なお培養温度および期間は前記のとおりとした。

結果は Fig. 1 に示すごとく，細砂または石英砂を添加した培養基を用いると原培養中に存在する硝酸化

---

* この試薬は亜硝酸または硝酸の存在下では赤色を呈するので，培養基中のアンモニアからこれらの物質の生成の有無をこの試薬によつて判定した。

** この試薬は亜硝酸の存在下では赤色を呈し，硝酸の存在には影響されないので通常亜硝酸の検出に用いられている。したがつて培養基中の亜硝酸の消失の有無をこの試薬によつて判定した。

成細菌の数は 10^6 cells/ml (1 ml 中の細菌数を cell/ml で表わす) であり，無添加培養基では 10^4 cells/ml である。すなわち，細砂を添加した培養基に接種する細菌数の100倍ぐらいを接種しなければ無添加培養基にはこの細菌が発育しないことになる。一般に添加物の種類によつて異なるが，接種する細菌数がある程度以上存在しなければ発育増殖しないことがわかる。また細砂を添加した培養基を用いても，稀釈度の高い，すなわち接種された細菌数が少ない場合には硝酸化成作用が現われるまでにはかなり長期間を要した。

従来土壌中の硝酸化成細菌の培養には，炭酸カルシウム末のような固形物を培養基に添加すれば細菌がこれに付着し増殖して好結果が得られるという説と，必らずしもこのような物質の添加は必要でないという説とがあるが，海洋性硝酸化成細菌の培養には，この実験から，細砂のような固形物の存在は極めて好適であると思われる。したがつて以下の実験には特記しない限り，培養基には細砂を添加したものを使用した。

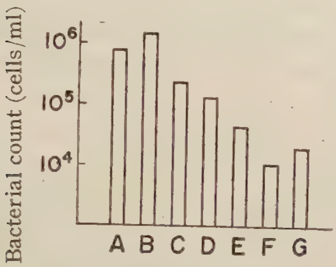


Fig. 1. Counts of nitrite fomers from the same culture, using the media which are different in respect of added solid substances. A; sand, B; quartz sand, C; mica, D; calcium carbonate, E; filter paper, F; absorbent cotton, G; none.

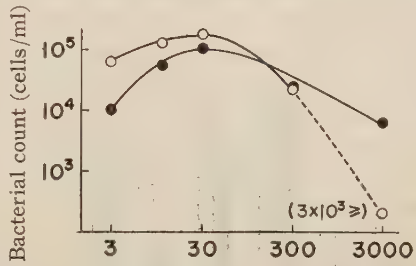


Fig. 2. Counts of the bacteria from the same culture, using the media which are different in respect of the concentration of $(NH_4)_2SO_4$ (for nitrite formers) or KNO_2 (for nitrate formers).
●; nitrite formers, ○; nitrate formers.

3. 培養基のアンモニウム塩および亜硝酸塩の濃度

培養基中に存在するアンモニウム塩および亜硝酸塩の濃度が細菌の発育に影響することは前記の予備実験からも明らかであるから，最適濃度を確かめるために次の実験を行なつた。

硫酸アンモニウムもしくは亜硝酸カリウムを種々の濃度に加えた培養基を調製し（その他の諸成分は前記と全く同様）， これらに海洋性硝酸化成細菌の培養稀釈液を接種して比較した。実験方法は前記培養法の場合と同様である。

得られた結果は Fig. 2 のとおりであり，亜硝酸生成細菌では硫酸アンモニウムの濃度が 30 mg/l, 硝酸生成細菌では亜硝酸カリウムの濃度が 30 mg/l の場合に最高の計数値が得られ，結局，前記培養法を吟味する場合に用いた培養基の濃度が最適であることが明らかになつた。この培養基の硫酸アンモニウムもしくは亜硝酸カリウムの濃度は従来の土壌中の硝酸化成細菌に用いられているものに比して非常に低く，その1/100 程度である。

B. 硝酸化成細菌の分布

実験から明らかであるが，前記の最良の培養法でも，この細菌がただ1個体接種されたときには発育不可能で，ある一定数以上の個体が接種されたときにはじめて発育増殖して硝酸化成作用が行なわれるのであれば，このある一定数が1個体として表現されることになるから，たとえこの方法で試料中に存在する海洋性硝酸化成細菌の数を測定しても，得られた数値は実際に存在した真の細菌数よりも少ないはずである。しかしこの細菌がこのある一定数以上存在する試料については，その分布状態をこの方法で比較することはできる。しかも，このある一定数が将来の研究で明らかになれば，得られた数値を補正することもできるはずである。

さて，この方法で海洋性硝酸化成細菌の分布状態を調べる予備研究として二・三の実験を行なつた。

1．海水中における分布

a．自然海水：舞鶴湾（1960 年 1 月 27 日）および和歌山県白浜の近畿大学臨海研究所の海水魚養魚場（1960 年 2 月 23 日）における分布状態を調べた結果，海水中に存在する本菌の数は極めて少なく，いずれの調査点でも亜硝酸生成細菌，硝酸生成細菌のいずれも 0.3 cell/ml 以下であり，水平的にも垂直的にも分布状態に差がなく特徴はみいだせなかつた。

b．水族館の飼育海水：大阪府みさき公園自然水族館の循環式海水魚飼育水槽の海水中に存在する硝酸化成細菌数を測定した（Fig. 3）。大型水槽（水量：200 ton）の海水中には亜硝酸生成細菌 5×10 cells/ml, 硝酸生成細菌 7×10^2 cells/ml，小型水槽（水量：40 l）の海水中には亜硝酸生成細菌 4×10^2 cells/ml, 硝酸生成細菌 4×10^3 cells/ml 存在することを観察した。大型水槽と小型水槽とにおける差異には大きな意義はないものと考えられるが，循環式飼育水槽の海水中には自然状態の海水に比して極めて多数の硝酸化成細菌が存在することは明らかである。

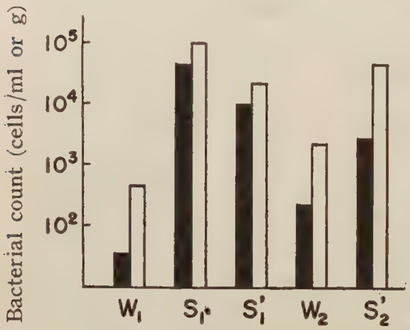


Fig. 3. Distribution of nitrifying bacteria in the aquariums of circulating system. ■; nitrite formers, □; nitrate formers,
W_1 : breeding sea water
S_1 : surface layer of filter-sand
S'_1 : deep layer of filter-sand
of large scale aquarium,
W_2 : breeding sea water
S'_2 : deep layer of filter-sand
of small scale aquarium.

2．海底土・砂中における分布

a．自然状態の海底土：舞鶴湾内の一定点および前記近畿大学白浜養魚場内の二定点の海底土を採取し（いずれも海深数mの場所であり，底土の採取はさきに著者らが報告した方法[7]による），海底の表層から約 20 cm の深さまでの間の各層についてそれぞれそこに存在する硝酸化成細菌数を測定した。

結果は Fig. 4 と Fig. 5 のごとくであつて，硝酸化成細菌の数は表層にもつとも多く，亜硝酸生成細菌 10^3～10^4 cells/g（底土 1 g 当たりの細菌数），硝酸化成細菌 10^2～10^4 cells/g 附近であるが，深部に至るにしたがい次第に減少し，15 cm 以下の深さではいずれも 10^2 cells/g よりも少ない。

b．水族館の沪過槽の砂：循環式飼育水槽では通常砂，小石などの層を通して飼育水を沪過している。この間に海水中のアンモニアは硝化されると考えられているので海底の状態と比較するため，前記みさき水族館の沪過槽の砂について実験を行ない，Fig. 3 に示す結果を得た。すなわち亜硝酸生成細菌，硝酸生成細菌いずれも 10^4

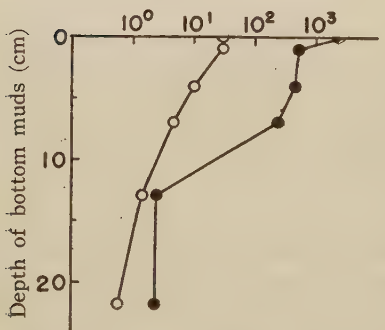


Fig. 4. Vertical distribution of nitrifying bacteria in the bottom muds in Maizuru Bay (Jan. 27, 1960). ●; nitrite formers, ○; nitrate formers.

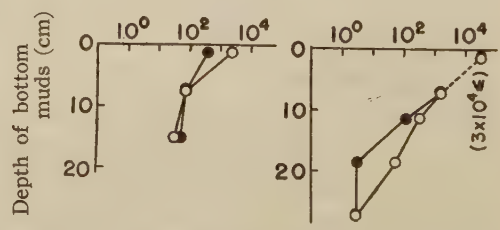


Fig. 5. Vertical distribution of nitrifying bacteria in the bottom muds in the farm of marine fish. (Left; station A, right; station B). ●; nitrite formers, ○; nitrate formers.

~10^5 cells/g であり，また表層からの距離による差異もほとんどみられない。

考　　察

この実験で海洋性硝酸化成細菌が発育しうる培養基ならびに培養法が発見されたが，この方法によつて，これらの細菌が1個体接種されたときにも常に発育可能なのか，またはある一定数以上接種されたときにのみ発育可能なのか明らかではない。しかしある培養を 10^7 倍に稀釈してその 1 ml を培養基に接種しても充分発育可能であつたことから，このある一定数はかなり少数であることは確実であるが，さらに栄養要求その他詳細なる研究を行ない，よりすぐれた培養法の発見に努めるつもりである。

この方法によつて海洋中には海洋性硝酸化成細菌が常在し，その数は一般に海水中には極めて少なく，海底土中には非常に多いことが確かめられた。すなわち上記のある一定数を1個体と仮定すれば海水中には亜硝酸生成細菌も硝酸生成細菌もともに 0.3 cell/ml 以下，海底土の表層には 10^3~10^4 cells/g 程度であるから，後者は前者の 10^4 倍程度またはそれ以上存在するわけである。また海底土では表層にもつとも多く，下層になるにしたがつて少なくなり，15 cm 以下の層では表層の 1/1000 程度である。以上の諸事実の傾向はだいたい予想されたところであるが，諸海域においてはそれらの海洋の環境，泥土の性状などの相異が大きな影響を与えるものと考えられ，これらについて今後さらに研究を進めるつもりである。

水族館の循環式飼育水槽の海水中には硝酸化成細菌が自然状態の海水よりも極めて多数に存在することが明らかにされた。これは沪過槽の砂からこのような細菌がたとえ少数であるとしても間断なく遊離し，飼育水中へ流入するためか，あるいは特殊の環境のため飼育水中で発育増殖するためか明らかではない。また沪過層の砂に存在するこれらの細菌数は 10^4~10^5 cells/g であつて表層からの距離によつてほとんど異ならない。これは海底の場合とは異なる点であつて当然のことと思われる。また水族館では海水の場合でも沪過槽の砂の場合でも常に硝酸生成細菌の数は亜硝酸生成細菌の数よりいくぶん多いが，これが正常の状態であるかどうかはさらに多くの研究の結果によらなければ明らかではない。

摘　　要

海洋性硝酸化成細菌の培養ならびに分布について予備的研究を行なつた。

A．培養法については次のような結果が得られた。

1．海洋性硝酸化成細菌は土壌中の硝酸化成細菌を対象とした従来の培養基には発育しない。また，この培養基を淡水の代りに海水で調製したものにも発育しがたい。

2．海洋性硝酸化成細菌は次の組成の培養基には発育する一海水 1 l に対し，硫酸アンモニウムまたは亜硝酸カリウム 30 mg，第一燐酸カリウム 2 mg，chelated iron 0.2 mg，を加え，さらに 50% 炭酸カリウムを加えて pH を 8.4 にし，15 ポンドで滅菌する一。この培養基の硫酸アンモニウムもしくは亜硝酸カリウムの濃度は従来土壌中の硝酸化成細菌の培養基に用いられている濃度に比して非常に低く，その 1/100 程度である。

3．上記培養基に細砂を添加すれば硝酸化成細菌は極めてよく発育する。

B．分布については上記の培養法を用いて次のような結果が得られた。

1．海水および海底土中に硝酸化成細菌は常在するが，その数は海水中では極めて少なく，亜硝酸生成細菌も硝酸生成細菌とともに 0.3 cell/ml 以下であり，海底土中ではその表層にもつとも多く，いずれも 10^3~10^4 cells/g，下層になるにしたがつて少なくなり，15 cm 以下の層では 10^2 cells/g 以下である。

2．循環式水族館の飼育海水中には硝酸化成細菌の数が自然状態の海水中よりも非常に多く，亜硝酸生成細菌，硝酸生成細菌のいずれもそれぞれ 10^2~10^3 cells/ml 程度である。

3．循環式水族館の沪過層の砂に存在する硝酸化成細菌の数は非常に多く，亜硝酸生成細菌も硝酸生成細菌もともに 10^4~10^5 cells/g で表層からの距離によつてほとんど異ならない。

文　　献

1) ZOBELL, C. E.: Marine Microbiology, Chronica Botanica Company, Waltham (1946), p.150.
2) QUASTEL, J. H. and P. G. SCHOLEFIELD: Bact. Rev., **15**, 1~53 (1951).
3) ENGEL, M. S. and M. ALEXANDER: J. Bacteriol., **76**, 217~222 (1958).
4) LEWIS, R. F. and D. PRAMER: J. Bacteriol., **76**, 524~528 (1958).
5) SAKAI, H.: Soil and Plant Food, **4**, 81~82 (1958).
6) 坂井　弘: 土壌肥料雑誌, **30**, 53~56 (1959).
7) 木俣正夫・河合　章・石田祐三郎: 本誌, **26**, 1227~1230 (1960).

昆布の品質—III.

エキス全窒素およびアミノ態窒素との関係

大石圭一・田村祐子・親松　厚・金井英治
奥村彩子・村田喜一

(1961 年 3 月 2 日受理)

QUALITY OF *KOMBU*, EDIBLE SEAWEEDS BELONGING TO THE *LAMINARIACEAE*—III. RELATION BETWEEN QUALITY AND CONTENTS OF EXTRACTIVE TOTAL AND AMINO NITROGENS.

Keiichi OISHI, Yuko TAMURA, Atsushi OYAMATSU, Eiji KANAI, Ayako OKUMURA and Kiichi MURATA*

Total nitrogen (TN) and amino nitrogen (AN) of *kombu* extractives extracted with 70% ethyl alcohol were quantitatively determined (Table 1). By means of computing the coefficient of rank correlation (r), the contents and the ratio of both nitrogens (AN/TN) were compared with market price and the quality which was evaluated in the previous paper[1]. Most of them, except the relation between AN/TN and market price, were found to correlate highly to each other.

By studying the difference of first year and second year plants, the locality of harvest and the sampling parts of the plant, it was ascertained that the contents of TN, AN and the ratio of AN/TN are higher in good quality *kombu* than in the poor.

まえがき

さきに[1]各種の昆布についてだしの味，粘度，剪断力，厚さなどから品質を判定したが，今回はエキス中の全窒素およびアミノ態窒素を定量し，それらの含量と品質との関係を比較考察した。

実験

実験に用いた昆布は代表的種類8種である。ただし，生育地域，生育年度，採取時期，検査等級，藻体の部位，一番だしと二番だし，および遊離型と結合型のアミノ態窒素の差を知るために，マコンブを選び細別して 16 試料とし，生育深度の差を知るためにラウスコンブは沖，岸の2試料に分け，総計 24 種のエキス試料を作つた。

エキスの調製は次のようにした。昆布の根元に近いほうから昆布全長の1/5を切取り，細切したもの 100g に 70% エタノール約 200 cc を加えて一昼夜放置し，この操作をニンヒドリン反応が微かになるまで7回繰返えした。のち，抽出アルコールを合わせて減圧濃縮し，アルコールを除いて一定量として供試液とした。

尾札部産の白口浜マコンブからは次の方法で一番だしおよび二番だしを作り，その一部は加水分解した。すなわち，細切した昆布 400g を沸騰水 20l で3分間抽出し，減圧濃縮したものに無水アルコールを加えて濃度が 70% になるようにし，生じた沈澱は沪別し，再び減圧濃縮してアルコールを除き供試液とした。

* 北海道大学水産学部食品化学研究室 (Sea Food Chem. Lab., Fac. Fish., Hokkaido Univ., Hakodate, Japan).

最初に水で抽出した昆布の残渣は，再び 70% アルコールで他のアルコール抽出の場合と同様に処理して，二番だしの供試液を作つた。

一番だし，二番だしの一部は 3N-HCl の存在で，120°C で 7 時間加熱して加水分解し，減圧濃縮により可及的に HCl を除いたあとに NaOH で中和し，供試液とした。

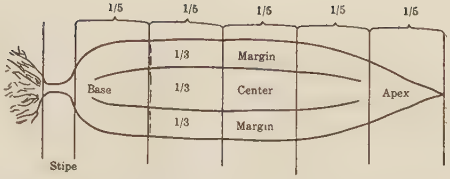


Fig. 1. Sampling parts of the *kombu* plant.

藻体の部位別を Fig. 1 に示した。ここでいう先端 (apex) とは先端より藻体全長の 1/5 を意味することとし，中央 (center) とは，同じく藻体全長の中央 1/5 で，藻体の巾の中央 1/3 を意味し，端 (margin) とは全長の中央 1/5 の部分の藻体の巾の両端 1/3 を意味し，根とはいわゆる根昆布で Stipe の部分である。根昆布は量的に少く商品として重要なものでないが，くせのないだしのとれる部分である。分析に用いた試料の多くは，藻体の原型を保つているものであつて，部位を明記したもの以外のマコンブ，ラウスコンブ，およびガゴメは基部 (base) を試料とした。長切りなどに仕立てられ部位の明らかでないものは，基部と思われる部分のみを用いた。

分析操作は，全窒素に対して KJELDAHL 法，アミノ態窒素には VAN SLYKE 法を用いた。分析結果は Table 1 に示した。

Table 1. Extractive total-and α-amino-N and their ratio (AN/TN).

Extractive sample	Total-N (TN) mg per 100g of dried *kombu*	α-Amino-N (AN) mg per 100g of dried *kombu*	AN/TN (%)
Ma-kombu (Osatsube)			
Ichiban-dashi (ID)	220	180	81.89
Hydrolyzed-ID		220	100.00
Niban-dashi (ND)	590	260	44.06
Hydrolyzed-ND		300	50.84
Ma-kombu (Shirikishinai)			
Pre-season	390	330	84.65
Season, 1st grade	630	610	96.82
2nd grade	750	680	90.66
3rd grade	690	580	84.05
Off-season	330	300	90.91
Ma-kombu (Shirikishinai)			
Apex	240	130	54.17
Margin	280	100	35.71
Stipe	340	230	67.65
Center	440	290	65.91
Ma-kombu (Shirikishinai) 1st year plant	360	160	44.44
Ma-kombu (Sumiyoshi)	450	360	80.00
Ma-kombu (Yakumo)	170	90	29.41
Rausu-kombu			
Seashore	660	500	75.76
Offshore	730	550	75.34
Rishiri-kombu	320	310	96.88
Mitsuishi-kombu	310	210	67.74
Hosome-kombu	650	550	84.62
Gagome	320	270	84.38
Naga-kombu	260	140	53.85
Tororo-kombu	290	110	37.93

考　　　　察

（1） 品質および価格との関係

これらの関係を知るために，全窒素，アミノ態窒素，価格および品質間の相関を次式による相関係数（γ）によつて求めた。

$$\gamma=\frac{\sum(x_i-\overline{x})(y_i-\overline{y})}{n\sqrt{\sum(x_i-\overline{x})^2(y_i-\overline{y})^2}}$$

比較に用いた価格，品質は前報[1]記載のものである。結果は Table 2 に示した。

Table 2 から知れるのは次の事項である。いずれの間にも正の相関が存在する。相関の著しいのは，全窒素とアミノ態窒素間，および品質と価格間とにおいてであつて，それら以外の間にも，価格と全窒素に対するアミノ態窒素の比との相関を除けば，幾分の相関が明らかに存在するといえる。例外も少なくないが，全窒素やアミノ態窒素がエキス中に多い昆布は品質優良であり，価格も高いといいうるであろう。

Table 2. Correlation coefficients (r), between total nitrogen (TN), amino nitrogen (AN), ratio of both nitrogens (AN/TN), market price and the quality (refer to the previous paper[1]), respectively.

	r
TN……………AN	0.915
Market price……Quality	0.963
Market price……TN	0.688
Market price……AN	0.685
Market price……AN/TN	0.248
Quality…………TN	0.597
Quality…………AN	0.661
Quality…………AN/TN	0.548

（2） 昆布の検査等級，採取時期，生育深度，生育年度，生育地域および部位との関係

検査等級，採取時期について分析結果を考察すると，品質と一致した関係は見られず，ラウスコンブの沖と岸とでは逆の関係である。しかし，生育年度，生育地域および部位の場合には，三者とも品質の順と一致し，優れたものの値が大きい。

（3） 一番だしと二番だし，および遊離と結合アミノ態窒素との比較

一番だしの全窒素が全エキス窒素の 27% で，かつその 80% はアミノ態窒素である。二番だしの 56% は非アミノ態窒素で，一番だしの非アミノ窒素は加水分解されると全部アミノ態に変化するが，二番だしは 12% だけがアミノ態に変化するに過ぎない。

二番だしやその他品質の劣るものに“クセ”が強いのは周知のことであるが，一様に非アミノ態窒素が多いことから，それと“クセ”との関係が推定される。

結　　　　論

全窒素とアミノ態窒素，価格と品質の間に著しい相関関係があり，全窒素およびアミノ態窒素，および両者の比は，価格あるいは品質との間にも相関関係がある。

概して品質の優れたものに，全窒素，アミノ態窒素および両者の比が大きくなつているのが，種々の比較事項から観察された。

文　　　　献

1） 大石・田村・佐坂・村田： 北大水産学部彙報，**9**，283～298 (1959).

昆布の品質—IV.

エキスのアミノ酸組成との関係

大石圭一・田村祐子・金井英治・親松　厚
奥村彩子・村田喜一

(1961 年 3 月 2 日受理)

QUALITY OF *KOMBU*, EDIBLE SEAWEEDS BELONGING TO THE *LAMINARIACEAE*—IV. RELATION BETWEEN QUALITY AND AMINO ACID COMPOSITION OF EXTRACTIVES

Keiichi OISHI, Yuko TAMURA, Eiji KANAI, Atsushi OYAMATSU, Ayako OKUMURA and Kiichi MURATA*

Twenty-two kinds of *kombu* were extracted with 70% ethanol. Then the extractives were passed through a column filled with an ion exchange resin, Dowex 50 X-4 (H-type, 20～50 mesh) to remove inorganic salts which were contained in high concentration in the seaweed; otherwise the growth of the test microorganisms would be disturbed. In this process, large amounts of arginine remained in the column when displaced with 0.2N-NH_4OH because the compound is strongly alkaline.

Seventeen amino acids in the extractives were determined by the microbiological assay method. The resulte are shown in Table 1. In order to clarify if the contents of any amino acid be one of the quality-influencing factors, these data were analyzed statistically in relation to the following 8 items: (1) Difference between *ichiban-dashi* and *niban-dashi*; (2) Harvesting season; (3) The grade in the market; (4) The sampling position of *kombu* lamina; (5) Locality of *kombu* plant; (6) Whether growing offshore or seashore; (7) First year or second year plant; (8) *Kombu* species.

It was revealed through the analysis that the quality did not seem to be entirely influenced by the difference of amino acid composition.

ま え が き

前報[1] におけるエキス全窒素およびアミノ態窒素の定量結果をさらに詳しく吟味するために，前報で用いた供試液の個々のアミノ酸を定量し，エキスアミノ酸組成と昆布の品質との間にどのような関係があるかを検討した。

実　　験

試　料　前報と同じ供試液のうち加水分解物を除いた 22 種。

アミノ酸の定量法　微生物定量法によつた[2]。

エキスの脱塩　上記試料を直接微生物定量法の試料としたのでは，微生物に対する含有塩類の阻害が著しく正確を期しえない。それゆえアミノ酸定量に先立ち，次の方法によりエキスの脱塩を行なつた。イオン

* 北海道大学水産学部食品化学研究室 (Sea Food Chem. Lab., Fac. Fish., Hokkaido Univ., Hakodate, Japan).

Table 1. Amino acid composition of *kombu*

Extractive sample	Alanine	Aspartic acid	Glutamic acid	Glycine	Histidine	Isoleucine	Leucine
Ma-kombu (Osatsube)							
Ichiban-dashi	39.71	597.7	712.2	2.76	0.492	2.36	1.65
Niban-dashi	57.24	986.3	1471	4.84	0.241	3.86	3.15
Ma-kombu (Shirikishinai)							
Pre-season	95.17	1159	2331	6.31	0.485	3.17	4.31
Season, 1st grade	149.5	1450	4100	9.16	0.786	7.45	5.04
2nd grade	141.3	1383	1708	7.70	0.876	11.67	6.57
3rd grade	188.0	1775	4226	10.87	1.550	12.98	9.87
Off-season	155.0	900.4	1497	5.00	0.429	2.25	2.50
Ma-kombu (Shirikishinai)							
Apex	89.34	228.1	747.2	4.10	0.458	1.93	1.25
Margin	67.67	291.4	746.9	4.19	0.562	2.04	1.78
Stipe	153.6	878.0	1499	6.51	0.866	3.57	3.53
Center	127.8	888.0	2205	6.67	0.765	7.89	5.78
Ma-kombu (Shirikishinai)							
1st year plant	226.0	353.5	1177	9.98	0.944	4.64	3.21
Ma-kombu (Sumiyoshi)	66.29	1023	2352	6.95	0.379	5.08	4.29
〃 (Yakumo)	49.84	179.5	374.7	2.95	0.152	2.29	2.29
Rausu-kombu (Rausu)							
Seashore	119.9	1746	3496	9.93	0.368	4.93	2.39
Offshore	127.2	1802	3957	8.39	0.477	5.62	4.07
Rishiri-kombu	58.36	1188	1284	5.49	0.278	3.14	2.34
Mitsuishi-kombu	145.4	765.2	1106	11.26	0.095	3.56	3.56
Hosome-kombu	86.92	2099	2456	9.27	0.537	3.99	3.11
Gagome	109.4	969.9	1114	9.55	0.278	3.74	2.52
Naga-kombu	151.5	113.8	426.2	7.15	0.218	3.45	3.30
Tororo-kombu	195.8	34.63	59.18	4.42	0.149	2.12	1.80

交換樹脂 Dowex 50 (X-4, 20～50 mesh, H-type) 150cc を各エキス試料に対して用いた。エキス試料はあらかじめ，防腐のためにトルオールを少量加えて冷蔵庫中に保存していたものであるから，1つには脱トルオールのために，また1つには，試料中の粗脂肪を除くために，エキスをエーテルで洗滌した。エーテル洗液は水洗し，これをもとのエキス試料に加えた。次いで試料のエキスを樹脂カラムを通過させ，アミノ酸を樹脂に吸着させ，吸着されたアミノ酸は N/5 NH_4OH で溶出し，一定量とし，再び防腐のために少量のトルオールを加え，アミノ酸定量の供試液とした。ただし，アミノ酸溶出の場合，アルギニンは強塩基化合物であり，吸着された樹脂からの回収が不完全であつたので，定量できなかつた。

実験結果　定量結果を Table 1 に示した。もつとも多く含まれていたのはグルタミン酸であつて，全アミノ酸の 50～60% を占めていたが，トロロコンブは例外であつて著しく少なく約 10% であつた。種類によつて含量は異なり，品質優れるマコンブには比較的多く含まれ，ナガコンブ，トロロコンブなど品質の劣るものには少ない。次に含量の多いものはアスパラギン酸であつて，全アミノ酸の約 20～40% を占めた。その次はプロリンであつて，マコンブの水昆布に特に多く 30～40% に達し，またラウスコンブ，ナガコンブ，トロロコンブにも多かつた。アラニンも比較的多く含まれていたが，品質に逆比例して多くなつているようである。特にトロロコンブのアラニン含量は全アミノ酸の 38% に達していた。

以上4種は昆布エキス中特に含量の多いアミノ酸である。

考　　察

(1) 一番だしと二番だしとの比較

この比較には，二番だしに対する一番だしの比を各アミノ酸ごとに算出して Table 2 第1欄に示した。

extractives (mg per 100g dried matter)

Lysine	Methionine	Phenyl-alanine	Proline	Serine	Threonine	Tryptophan	Tyrosine	Valine
1.98	0.95	3.42	107.7	10.79	8.84	0.174	1.48	3.84
3·66	1.57	7.99	126.6	16.20	11.34	0.132	3.36	5.92
2.38	1.74	4.16	110.7	21.41	9.34	0.356	5.71	2.41
5.04	3.12	4.56	174.6	27.37	16.69	0.382	4.07	3.09
4.68	2.20	7.26	192.7	35.29	19.64	0.265	5.01	7.22
10.49	3.45	8.72	279.1	37.38	35.30	0.499	4.90	3.82
2.63	1.33	2.55	118.9	16.91	12.06	0.386	7.35	2.80
2.09	0.41	1.23	35.2	8.29	3.46	0.105	3.24	1.51
0.48	0.49	1.44	39.5	10.81	5.33	0.116	4.01	5.30
2.60	1.47	3.29	196.9	14.10	9.78	0.337	4.61	3.46
3.59	2.11	5.14	90.4	15.75	8.39	0.443	5.42	10.24
3.76	1.89	4.17	410.8	13.12	8.55	0.168	2.23	9.27
3.49	2.03	4.78	76.78	14.45	8.37	0.274	5.07	10.36
0.94	0.58	2.61	39.22	6.51	3.43	0.161	2.95	3.67
3.23	3.73	3.39	243.5	17.58	24.45	0.233	2.36	8.98
3.09	4.21	9.23	250.7	18.77	27.05	0.264	2.60	12.83
3.86	1.46	4.91	81.82	14.42	7.94	0.211	4.43	5.43
1.07	2.13	3.32	156.8	23.96	13.67	0.054	3.17	8.47
3.22	2.32	2.59	39.79	13.62	13.45	0.288	2.20	5.85
1.29	2.00	2.70	51.29	18.68	16.00	0.117	1.16	6.62
2.14	1.69	2.57	194.4	26.22	12.68	0.068	3.43	8.33
0.82	1.52	1.92	166.7	15.64	11.60	0.033	2.05	4.10

Table 2. Comparative results of determined amino acid quantities: (1) Ratio of *ichiban-dashi* to *niban-dashi*, (2) Coefficient of rank correlation "r_s" between harvest season and amino acid quantity, (3) Value of "r_s" between market grade and amino acid quantity, (4) Value of "r_s" between body part of plant and amino acid quantity, (5) Value of "r_s" between harvesting place and amino acid quantity, (6) Ratio of seashore plant to offshore plant, (7) Ratio of second year plant to first year plant, (8) Value of "r_s" between species and amino acid quantity.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Alanine	0.7	−1.0	−0.5	0.6	0.8	0.9	0.7	−0.407
Aspartic acid	0.6	0.5	−0.5	1.0*	1.0	1.0	4.1	0.776**
Glutamic acid	0.5	0.5	−0.5	0.9	0.4	1.0	3.5	0.727**
Glycine	0.6	0.5	−0.5	1.0*	0.8	1.2	0.9	0.083
Histidine	2.0	0.5	−1.0	0.7	0.8	0.8	0.8	0.335
Isoleucine	0.6	0.5	−1.0	0.9	0.8	0.9	1.6	0.636
Leucine	0.5	0.5	−1.0	0.9	0.8	0.6	1.6	0.545
Lysine	0.4	−0.5	−0.5	0.9	1.0	1.1	1.3	0.650*
Methionine	0.6	0.5	−0.5	0.9	0.8	0.9	1.7	0.664*
Phenylalanine	0.4	0.5	−1.0	0.9	0.8	0.4	1.1	0.713**
Proline	0.9	−0.5	−1.0	0.7	1.0	1.0	0.4	0.097
Serine	0.7	0.5	−1.0	1.0*	0.8	0.9	2.1	0.503
Threonine	0.8	−0.5	−1.0	0.9	1.0	0.9	2.0	0.531
Tryptophan	1.3	−1.0	−0.5	0.9	0.8	0.9	2.3	0.720**
Tyrosine	0.4	−0.5	−0.5	0.7	0.4	0.9	1.8	0.615
Valine	0.7	−0.5	−0.5	0.6	0.0	0.7	0.3	0.041

* Significance at 5% level. ** Significance at 1% level.

ヒスチジンとトリプトファンが一番だしに多いが，これら以外のアミノ酸は二番だしに多い。

（2） 採取時期とエキスアミノ酸含量との関係

時期の区別は，走先採 (Pre-season)，走中採 (Season)，後採 (Off-season) の3期とした。市場評価はこの順であるので，この順に 1, 2, 3 の順位を与え，各アミノ酸には含量の大なるものから小なるものの順に順位を与え，両者の関係を SPEARMAN の式により "r_s" を算出して考察した。

$$r_s = 1 - \frac{6(\sum di^2)}{n(n^2-1)}$$

ただし，　di = 順位の差　n = 順位数

各アミノ酸の "r_s" は Table 2 第2欄に示した。この場合，順位数は3であつて両者の関係を推測するのに充分でないが，アラニンとトリプトファンの "r_s" は −1 で高い値であつた。

（3） 検査等級とエキスアミノ酸含量との関係

検査等級 1, 2, 3 等の順に 1, 2, 3 の順位を与え，両者間の順位相関係数 "r_s" を算出し，Table 2 第3欄に示した。資料の順位数が3であつて相関を推定しえないが，すべてのアミノ酸が検査等級と負の関係にあり，ヒスチジン，イソロイシン，ロイシン，フェニールアラニン，プロリン，セリン，スレオニンの "r_s" が −1 であつた。

（4） 藻体部位とエキスアミノ酸含量との関係

前報[1] の Fig. 1 に示した部位，基部 (base)，中央部 (center)，根昆布 (stipe)，両端 (margin)，先端 (apex) の5部を，さきに行なつた[3] "だし" の味覚試験の結果に基づき，上記の順に順位を与え，エキス含量と比較して "r_s" を求めて Table 2 第4欄に示した。検定の結果，相関があるのは，アスパラギン酸，グリシン，セリンである。両端および先端には，いずれのアミノ酸も他の三者より少なく含まれている。

（5） 生育地とエキスアミノ酸含量との関係

生育地を異にするマコンブを品質の順に次のように順位を与え，アミノ酸含量との順位相関 "r_s" を算出して Table 2 第5欄に掲げた。(1. 尾札部産白口浜もの，2. 尻岸内産黒口浜もの，3. 函館住吉産折浜もの，4. 八雲産場違いもの）この場合，順位数は 4 であり，普遍的結論を得られないが，アスパラギン酸，プロリン，スレオニン，リジンの "r_s" が 1 であつた。

（6） 岸昆布と沖昆布との比較

ラウスコンブの沖昆布に対する岸昆布の比率を計算して Table 2 第6欄に掲げた。市場では岸昆布の方が高く評価されるが，個々のアミノ酸はフェニールアラニン，ロイシンが沖昆布に多いのを除けば，両者はほぼ等しい含量であつた。

（7） 水昆布と二年生昆布との比較

尻岸内産マコンブの一年生（水昆布）と二年生とを，前者に対する後者の比を求めて Table 2 第7欄に示した。両者の分析結果は著しく相違し，二年生にアスパラギン酸，グルタミン酸が著しく多く，セリン，トリプトファン，チロシンなどもかなり多く，一年生にはプロリンとバリンが多かつた。

両者の品質の顕著なる差違は，エキスアミノ酸組成の著しい相違によることが想像される。

（8） 昆布の種類による品質の相違とアミノ酸組成との関係

12種の昆布をさきに述べた[2]生産者価格を基礎とし，官能検査の結果を加味して，次のように順位を決めた。

1) 白口浜マコンブ	5) 折浜マコンブ	9) 場違いマコンブ
2) 黒口浜マコンブ	6) ミツイシコンブ	10) ナガコンブ
3) ラウスコンブ	7) ホソメコンブ	11) トロロコンブ
4) リシリコンブ	8) ガ ゴ メ	12) 水 昆 布

この順位とアミノ酸含量の順位とから "r_s" を求め，Table 2 第8欄に示し，さらに有意性を検討した。

その結果，明らかに相関を有するものは，アスパラギン酸，グルタミン酸，フェニールアラニン，トリプ

トファンであり，5% 水準で相関のあるものは，イソロイシン，リジン，メチオニン，チロシンであり，アラニンを除いて，いずれも正の "r_s" 値であつた。

以上の考察結果では，定量した 16 種のアミノ酸は，程度，回数の差こそあれ，いずれも品質との相関を暗示している。これを順位数 (n) により区別して，次のように考察した。

$n=2$ の場合　一方の昆布のアミノ酸含量が他の倍，あるいはそれ以上であるとき，多いものに +1，少いものに −1 を与えた。

$n=3, 4$ の場合　"r_s" が 1 のときには +1，−1 のときには −1 を与えた。

$n \geq 5$ の場合　"r_s" の値が 5% 水準で有意のものに相関係数の正負により ±1，1% 水準のものに ±2 を与えた。

以上の約束により，Table 2 の数値を評点し，アミノ酸ごとに総計して Table 3 にまとめた。この表では，アスパラギン酸の総計は 5 回で，正負相反した相関はなく，含量も多く，品質と密な関係を推定できるが，呈味力を考慮すると，品質との関係を積極的に支持できない。アラニンは負の関係を一度示しており，含量も多いことから品質と負の関係を考慮されるが，それが負である理由は説明できない。グルタミン酸には負の一例があるが，その含量と呈味力とから，品質と正の相関関係があると推察される。ロイシンは逆相関のみを 2 回示したが，その呈味力，含量，水に対する溶解度を併せて考えると，品質と関係深いとは思われない。他のアミノ酸は，正負の関係が一定せず，含量少なく，相関回数も少なく，品質との関係は深くないと推察できる。

Table 3. Total marks of quality relationships.

	Plus	Minus	Total
Alanine		1	−1
Aspartic acid	5		5
Glutamic acid	3	1	2
Glycine	1		1
Histidine	1	1	0
Isoleucine	1	1	0
Leucine		2	−2
Lysine	2	1	1
Methionine	1		1
Phenylalanine	2	3	−1
Proline	1	2	−1
Serine	2	1	1
Threonine	2	1	1
Tryptophan	3	1	2
Tyrosine	1	1	0
Valine		1	−1

要するに Table 2 および Table 3 は，アミノ酸の多くは昆布の品質に影響するが，その程度は著しいものでない，と説明しているものと解される。

要　　約

1. 22 種の昆布試料についてアミノ酸を分析して Table 1 に示した。特に含量の多いものは，グルタミン酸，アスパラギン酸，アラニン，プロリンであつた。

2. 分析結果を品質と関係ある 8 項目にわたつて考察し，アスパラギン酸，グルタミン酸は正に，アラニン，ロイシンは負に品質と関係ありそうに見えたが，いずれも決定的なものとは見なされなかつた。

文　　献

1) 大石・田村・親松・金井・奥村・村田：本誌，**27**, 598 (1961).
2) 田村・角田・桐村・宮沢：農化，**26**, 464, 474 (1952).
3) 大石・田村・佐坂・村田：北大水産学部研究彙報，**9**, 283 (1959).

魚体表面の粘性物質に関する研究—IV.
各種魚類の体表面粘性物質のアミノ酸組成

榎本則行・泉 外喜雄・冨安行雄

(1961 年 2 月 22 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—IV.
AMINO ACID COMPOSITION OF THE PROTEIN OF THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE FROM SOME FISHES

Noriyuki ENOMOTO, Tokio IZUMI and Yukio TOMIYASU*

Amino acid composition of the protein of the external mucous substance from 6 kinds of fishes (2 fresh water and 4 sea water fishes) was determined by the column chromatographic method using an ion-exchange resin and the results obtained are shown in Table 1. Although some different features were observed on several amino acids, the pattern of amino acid distribution in the mucous proteins examined was similar to each other, all of them, except *Dasyatis akajei*, being rich in aspartic acid, leucine and glutamic acid, medium in valine, serine, isoleucine, threonine, phenylalanine and arginine, and poor in cystine, tyrosine, tryptophan and histidine. The mucous protein of *Dasyatis akajei* showed the considerably higher value of threonine and lower ones of leucine, methionine, alanine and arginine than those of the other fishes.

前報[1,2,3]において著者らは，13 種の魚の体表面粘性物質（以下粘質物と略称）のアミノ酸を paper chromatography によつて調べ，粘質物の構成アミノ酸の種類は魚種，棲息環境，粘質物の外観の差などにかかわりなく同一であることを明らかにした。アミノ酸組成については沪紙上の spot に基づく推定を行なつたが，これをさらに確かめるため本報では 6 種の魚をえらび，それらの粘質物のアミノ酸組成をイオン交換樹脂クロマトグラフ法で定量したので，その結果について報告する。

実 験 方 法

I. 供 試 魚

下記の淡水産硬骨魚 2 種，海産硬骨魚 2 種，海産軟骨魚 2 種の計 6 種を用いた。

ドジョウ (loach) *Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR

ウ ナ ギ (eel) *Anguilla japonica* TEMMINCK et SCHLEGEL

マアナゴ (conger) *Astroconger myriaster* (BREVOORT)

ホウボウ (gurnard) *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT)

イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* JORDAN et RICHARDSON

アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (MÜLLER et HENLE)

前三者は活魚を用い，後三者は死魚で福岡魚市場で入手したものである。粘質物の調製法は前報[1]と同様に行なつた。

II. 加 水 分 解

試料に 40 倍量の 20 % 塩酸を加え，空気を除いた封管中で 120°C，24 時間加水分解したのちガラス

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

フィルターで沪過した。沪液は減圧濃縮をくり返して塩酸をできるだけ除き，苛性ソーダで pH 3.4 に調整後，水を加えて一定容とした。

III. アミノ酸の分離および比色定量

アミノ酸の分離は Moore and Stein の方法[4] に従つたが，塩基性アミノ酸は Ishii の方法[5] によつた。フラクション・コレクターによつて分取したアミノ酸の比色定量は Moore and Stein の方法[6] によつたが，proline のみは Chinard の方法[7] によつた。cystine は Follin 試薬[8] により，tryptophan は *p*-dimethylaminobenzaldehyde[9] によりそれぞれ別に比色定量をした。

IV. 窒　素

Kjeldahl 法によつて定量し，6.25 を乗じて蛋白含量とした。

実験結果および考察

アミノ酸組成を Table 1 に示した。

Table 1. Amino acid composition of the external mucous proteins from some fishes.

Species / Amino acid	Loach ドジョウ		Eel ウナギ		Gurnard ホウボウ		Conger マアナゴ		Ray* イサゴガンギエイ		Ray** アカエイ	
Total-N %	14.53		14.57		14.42		14.40		14.63		14.71	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Glycine	6.18	7.93	4.63	5.93	3.93	5.08	5.10	6.61	3.01	3.84	3.65	4.63
Alanine	3.88	4.20	6.94	7.49	6.92	7.54	3.17	3.46	8.08	8.68	2.96	3.16
Valine	5.86	4.82	6.83	5.60	6.66	5.52	6.22	5.16	6.81	5.56	4.88	3.96
Leucine	7.55	5.55	8.02	5.87	8.93	6.61	10.19	7.56	9.85	7.19	1.40	1.02
Isoleucine	4.79	3.52	4.15	3.04	5.60	4.14	4.88	3.62	6.00	4.38	2.69	1.95
Serine	6.62	6.07	6.71	6.14	6.25	5.77	4.57	4.23	6.39	5.82	6.52	5.90
Threonine	6.64	5.37	5.54	4.47	5.33	4.34	7.87	6.42	5.33	4.28	24.53	19.60
Methionine	0.86	0.56	3.96	2.55	5.39	3.51	6.40	4.17	2.97	1.90	0.70	0.45
Cystine	1.85	1.48	1.81	1.45	1.53	1.24	1.01	0.82	0.97	0.77	1.91	1.51
Aspartic acid	8.93	6.46	8.05	5.81	11.73	8.56	10.10	7.38	9.68	6.96	16.25	11.62
Glutamic acid	12.79	8.38	12.73	8.31	13.36	8.82	13.64	9.01	14.39	9.36	12.86	8.32
Tyrosine	2.29	1.22	2.84	1.51	2.84	1.52	4.08	2.19	3.01	1.59	1.42	0.75
Phenylalanine	5.90	3.44	5.56	3.23	5.72	3.36	5.84	3.44	5.95	3.45	4.03	2.32
Proline	3.79	3.17	4.01	3.36	2.10	1.77	3.23	2.73	2.65	2.20	5.59	4.62
Tryptophan	1.47	1.39	1.90	1.79	1.89	1.80	1.55	1.48	1.16	1.09	0	0
Arginine	5.35	11.84	8.19	18.07	5.79	12.91	4.98	11.12	5.80	12.74	0.07	0.15
Lysine	11.93	15.72	6.78	8.91	5.59	7.42	7.15	9.51	7.52	9.84	8.22	10.70
Histidine	1.35	2.52	0	0	0.84	1.58	1.66	3.12	1.86	3.44	0.17	0.31
Ammonia	1.53	8.66	1.52	8.58	1.55	8.84	1.59	9.08	1.92	10.79	4.14	23.14
Total		102.30		102.11		100.33		101.11		103.88		104.11

A····Grams of amino acid in 100g protein.　B····Percentage for total nitrogen.
* *Raja hollandi*　** *Dasyatis akajei*

本報の結果を前報[3] の paper chromatography による推定結果と比べると，一，二の例外を除いてほぼ一致した。

アカエイは特殊なのでこれを除いて他の5種についてみると，アミノ酸組成の間には多少の相違はあるが共通点が多い。aspartic acid, glutamic acid がともに最も高い値を示している。paper chromatography では leucine と isoleucine の分離が悪く，あわせて leucine として示したが，この両アミノ酸を一緒にした値は他のアミノ酸に比べて高いこと，および methionine が魚種によつて著しく異なつた値を示したことは前報[3] で指摘した通りであつた。その他に valine, serine, threonine, phenylalanine, arginine が中等度の値を示し，cystine, tyrosine, tryptophan, histidine が少ないことが分かる。glycine, alanine は各魚

種間に2倍以上の変動値が見られた。

アカエイの粘質物のアミノ酸組成はすでに指摘したように非常に特異的で，alanine, leucine, methionine, arginine が少なく threonine が特に高い値を示した。前報[3] で phenylalanine が少ないことを述べたが，4.03% の値を得たので必らずしも少ないとはいえず，この点訂正する。さらに詳細に検討すると，アカエイを除く他の5種は isoleucine が leucine よりも少ないのに対してアカエイは逆の関係を示し，またアカエイの酸性アミノ酸は aspartic acid が glutamic acid よりも高い値を示してこれもまた他の5種のものとは逆関係であつた。proline がやや多く，tryptophan が認められなかつたのも注目される点である。

個々の魚について特異的なものをあげると，ドジョウは lysine が非常に多く methionine が少なく，後者の値はアカエイのそれとほぼ似ている。ウナギは histidine が認められず arginine が多い。マアナゴは alanine が少なく methionine が多い点が注目されよう。イサゴガンギエイは glycine がやや少ない点を除けば，そのアミノ酸組成は硬骨魚と共通点が多く，同じ軟骨魚類のアカエイとの類似点が少ないことは興味あるところである。

棲息環境の海水，淡水という点から見ると，一般に海産魚のほうが aspartic acid が多く，またアカエイを除けば淡水魚のほうが proline が多いといえるが，特に顕著な差とはいえないようである。

粘性のかなり強い蛋白質およびその他の蛋白質との比較のため sericin[10], ovoalbumin, ovomucin, lactoglobulin, conalbumin, fibrinogen, myosin[11] などをえらび，これらと魚類粘質物とのアミノ酸組成を比べてみると，lactoglobulin, conalbumin, fibrinogen などとやや共通点があるようにも思えるが，特にその類似性を強調するほどのものではない。

以上いろいろな観点から比較検討したが，粘質物蛋白が魚の棲息環境，粘質物の粘度，外観的差異などと決定的な関係をもつものとは考えられない。

摘　　要

淡水産硬骨魚2種，海産硬骨魚2種，海産軟骨魚2種の計6種の魚の体表面粘性物質を集め，イオン交換クロマトグラフ法によつてアミノ酸組成を調べた。その結果，アカエイを除く他の5種のアミノ酸組成は多少の差はあるが，共通点が多いことを知つた。アカエイは threonine が非常に多く，leucine, arginine, alanine, methionine が少ない点で他の5種と比べると特異的であつた。

本実験を行なうに当たり，イオン交換樹脂クロマトグラフィーについて終始懇切な御指導を頂いた本学部蚕糸化学教室渡辺忠雄助教授に深謝の意を表する。

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄： 本誌，**26**，739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄： 本誌，**26**，745 (1960).
3) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄： 本誌，**27**，143 (1961).
4) Moore, S. and Stein, W. H.: *J. Biol. Chem.*, **192**, 663 (1951).
5) Ishii, S.: *J. Biochem.*, **43**, 531 (1956).
6) Moore, S. and Stein, W. H.: *J. Biol. Chem.*, **211**, 907 (1954).
7) Chinard, F. P.: *J. Biol. Chem.*, **199**, 91 (1952).
8) Block, R. J. and Bolling, D.: "The amino acid composition of proteins and foods", 2nd Ed., Charles C Thomas, Illinois (1951), p. 194.
9) 水島三一郎・赤堀四郎： "蛋白質化学", **I** 巻，共立出版，東京 (1954), p. 260.
10) 渡辺忠雄： 日蚕雑，**29**，15 (1960).
11) 水島三一郎・赤堀四郎： "蛋白質化学", **II** 巻，共立出版，東京 (1954), p. 127.

魚体表面の粘性物質に関する研究—V.
ドジョウの体表面粘性物質構成糖の再検討

榎本則行・冨安行雄

(1961年2月28日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—V. REEXAMINATION OF COMPONENT SUGARS OF THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF LOACH

Noriyuki ENOMOTO and Yukio TOMIYASU*

The component sugars of the mucus-polysaccharide from the external mucous substance of loach was reported in the previous paper[1]: mucus-polysaccharide acid hydrolyzate was separated into three fractions based on R_f values by paper chromatography, and the component sugars was identified.

In the present paper, the hydrolyzate was divided into neutral, basic and acidic fractions by using ion-exchange resins (Fig. 1), and the component sugars in each fraction were analyzed qualitatively. The results obtained are as follows:

1) In the neutral fraction, ribose, galactose and glucose were identified. Although the presence of arabinose was reported in the previous paper[1], this sugar could not be detected clearly (Fig. 2).

2) In the basic fraction, glucosamine and galactosamine were identified indirectly as arabinose and lyxose, respectively, after degradation of the fraction with ninhydrin.

3) In the acidic fraction, a hexuronic acid was detected by the WILLIAMS's method (Fig. 3). The acid seemed to be glucuronic acid, as judged from the DISCHE's reaction (Fig. 4).

ドジョウの体表面粘性物質（以下粘質物と略称）を酵素分解して得られた polysaccharide の構成糖についてはさきに報告した[1]。そのさい用いた方法は polysaccharide を加水分解し全試料を沪紙の下端に帯状につけて paper chromatography を行ない，R_f の差にもとづく3つの分別帯に分け各々を沪紙から抽出して構成糖を同定した。

今回はイオン交換樹脂を用いて，polysaccharide の加水分解物を中性糖，塩基性糖，酸性糖に分離し，これらの3区分を paper chromatography によつて再検討したところ，前報とは多少異なつた結果を得たので報告する。

実験および実験結果

I. 粘質物から polysaccharide の調製

前報[1]に準じて行なつた。生きたままのドジョウを ethanol (70% 前後) 中に投入し，白く凝固した粘質物を体表面から注意深くかきとり ethanol で数回洗滌後，acetone, ether で脱水，乾燥して粗製粉末を得た。これを堀口[2]が行なつた方法に従つて pepsin, trypsin で加水分解し，白〜灰白色の polysaccharide の粉末を得た。

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

II. イオン交換樹脂による糖の分別

イオン交換樹脂による糖の分別は橋本[3]，中村[4] が行なつた方法に準じた。試料に 30 倍容の N-H_2SO_4 を加え逆流冷却器を附し，100°C，5 時間加水分解後 $Ba(OH)_2$ で中和，$BaCO_3$ を加えて 60°C で 15 分間加熱した。遠心分離して上澄液を集め適宜濃縮してイオン交換樹脂にかけた。その概要は Fig. 1 に示した。

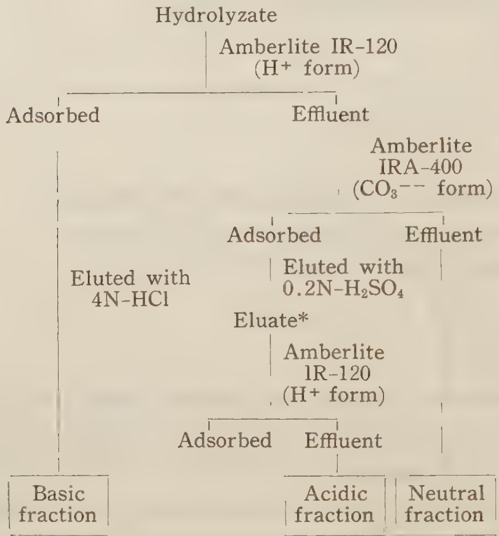


Fig. 1. Separation of three fractions from mucus-polysaccharide acid hydrolyzate with ion-exchange resins.

* The eluate was neutralized with barium hydroxide and then centrifuged. The supernatant was passed through Amberlite IR-120.

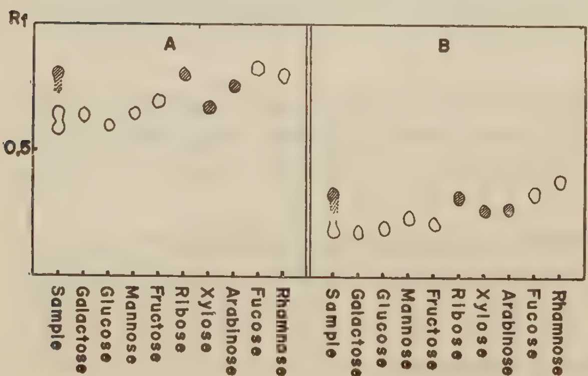


Fig. 2. Paper chromatograms of the neutral fraction.

Solvent { A; phenol: water (8 : 2) multiple development
B; butylacetate: ethanol: acetic acid: water (3 : 2 : 1 : 1)

Colour reagent; aniline hydrogen phthalate

Oblique lined spots show red colour and white spots show brown colour.

III. Paper chromatography による中性糖の同定

イオン交換樹脂によつて分離した中性区分を 60°C 以下で減圧濃縮して syrup 状とした。東洋沪紙 No. 51 を用いて paper chromatography を行なつた結果を Fig. 2 に示した。4 種の溶媒を試みたが，そのうち 2 種についての結果である。前報[1] で報告した arabinose に相当する spot は非常に不明確で判定に苦しむ状態であつたので，その存在を確認できなかつた。中性糖区分からは ribose, galactose, glucose を同定し得た。

IV. Paper chromatography による塩基性糖の同定

前報[1] において塩基性糖としては glucosamine, galactosamine* の存在を報告したが，galactosamine は純品が入手できなかつたので chondroitin sulfate の加水分解物を用いて同定したためやや精度を欠くおそれがあつた。今回は塩基性糖区分のみを分離し得たので，これを ninhydrin 処理して同定を行なつた。

glucosamine, galactosamine 溶液を pyridine で pH を約 5 に調整し ninhydrin とともに 100°C, 90 分間加熱すると，酸化されて炭素数の 1 つ少ない arabinose, lyxose に変わる[5] ので，この方法によつて塩基性区分を酸化し，n-Bu(OH): Et(OH): H_2O (4 : 1 : 2) で展開した。R_f 0.17, 0.23 の 2 つの spot を得，それぞれ arabinose, lyxose に相当することから glucosamine, galactosamine と同定した。

V. 酸性区分の検索

酸性区分を syrup 状に濃縮し，paper

* 前報では chondrosamine と表現した。同一物である。

chromatography によつて調べたが，spot は認められなかつた。

中村[6] はキリンサイ粘質物の研究において，イオン交換樹脂を用いて粘質物から酸性糖区分を分離し，この区分の成分として paper chromatography によつては認め得なかつた glucuronic acid を呈色反応によつて確認している。また数種の呈色法について検討し WILLIAMS の反応[7] がもつともよかつたと報告している。

本区分についても WILLIAMS の反応を試みた。吸光曲線を Fig. 3 に示したが，これにより hexuronic acid が存在することは明らかである。naphthoresorcinol を用いる本反応は hexuronic acid に共通であるから，Fig. 3 の結果によつて本区分中の酸性糖が glucuronic acid であるとは断定できない。glucuronic acid は mannose とともに硫酸に溶解し，thioglycollic acid と反応させると鮮やかなピンク色を呈するが，galacturonic acid, mannuronic acid は同じように処理しても不明瞭な褐色を示すだけである[8]。これは glucuronic acid だけに適用される特有な反応であるから，この反応を本区分にも試みた。この反応物質の吸収曲線は Fig. 4 に示したように glucuronic acid のそれと吸収極大，吸収曲線の形がやや異なるが，glucuronic acid と同様に鮮やかなピンク色を呈することから glucuronic acid の存在が推定された。paper chromatography によつては spot が認められなかつたのは，その量が少ないか，あるいはまた呈色試薬の感度が低いかのいずれかであろう。

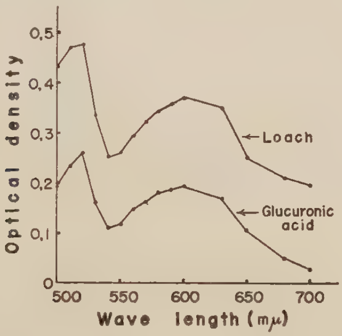


Fig. 3. Absorption spectra of authentic glucuronic acid and acidic fraction of loach in the presence of WILLIAMS's reagent.

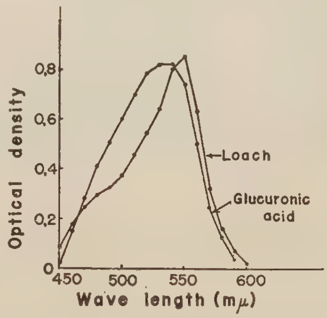


Fig. 4. Absorption spectra of authentic glucuronic acid and acidic fraction of loach in the presence of DISCHE's reagent.

考　　察

前報[1]に報告したドジョウ粘質物構成糖は ribose, arabinose, galactose, glucose, glucosamine, galactosamine であつたが，このうち galactosamine の同定は純品が入手できなかつたこと，および glucosamine, galactosamine は paper chromatography では分離が悪いといわれているため精度を欠くおそれがあつた。R_f の差にもとづく前報の分別帯には塩基性糖と酸性糖が混在し，本報のような ninhydrin 処理が適用し得るかどうか疑わしかつた。今回は塩基性糖区分のみを分離できたので，ninhydrin 処理によつてそれぞれ arabinose, lyxose とし glucosamine, galactosamine を同定した。前報でのべた arabinose は，動物体成分として認められた報告がないので特に今回は注意して実験を行なつたが，その存在は不明確であつた。前回認められた spot が今回は不明瞭となつた理由の説明は困難だが，季節的あるいは老大魚，幼少魚などによつて量的差異がもたらされることも考えられるので，これらの点についてはさらに検討を要するものと思われる。前回認め得なかつた hexuronic acid については，酸性区分のみを分離し得たので WILLIAMS の反応[7] による吸光曲線からその存在を確かめた。このものは DISCHE の反応[8] により glucuronic acid であろうと推定された。

前報[1] の paper chromatography による分別法と本報のイオン交換樹脂による分離法とを比較すると，それぞれ一長一短はあるが，イオン交換樹脂法のほうが種々の点で利点が多いと思われる。

摘　　　要

1) ドジョウの体表面粘性物質の構成糖を再検討するため，polysaccharide の加水分解物をイオン交換樹脂法によつて3区分に分離した。

2) 中性糖区分からは ribose, galactose, glucose を同定したが，前報[1] でのべた arabinose は確認できなかつた。

3) 塩基性糖区分からは glucosamine, galactosamine を同定した。

4) 酸性糖区分からは WILLIAMS の試薬による吸光曲線から hexuronic acid の存在を認め，DISCHE の反応による吸光曲線から glucuronic acid であろうと推定した。

本研究の一部は文部省科学研究費によつた。記して謝意を表する。

文　　　献

1) 榎本則行・冨安行雄： 本誌，**26**，739 (1960).
2) 堀口吉重： 本誌，**22**，463 (1956).
3) HASHIMOTO, Y. and SATO, T.: 本誌，**21**，352 (1955).
4) 中村武彦： 本誌，**23**，647 (1958).
5) RUELIUS, H. W, and GIRARD, M. M.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 512 (1954).
6) 中村武彦： 本誌，**23**，652 (1958).
7) 赤堀四郎： "酵素研究法"，第 III 巻，朝倉書店，東京，(1957)，p. 658.
8) DISCHE, Z.: *J. Biol. Chem.*, **171**, 725 (1947).

魚体表面の粘性物質に関する研究—VI.
各種魚類の体表面粘性物質構成糖の比較

榎 本 則 行・冨 安 行 雄

(1961 年 3 月 9 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—VI. QUALITATIVE ANALYSIS OF THE MUCUS-POLYSACCHARIDE OF SOME FISHES

Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu*

Mucus-polysaccharide acid hydrolyzate of 7 kinds of fishes was divided into neutral, basic and acidic fractions by using ion-exchange resins. The component sugars in each fraction were analyzed qualitatively and the results showed that all mucus-polysaccharides contain the same components except glucose, the presence of which was not confirmed in some species (Table 1).

Due to the fairly close R_f values of galactose and glucose in this study, it was difficult to detect glucose. There remains, therefore, a possibility that glucose is also present in all the fishes tested. So, the present results suggest that the mucus-polysaccharides mostly consist of the same component sugars irrespective of the differences in their living circumstances (fresh water or sea water) and in classification system (teleost or cartilaginous fish).

ドジョウとマアナゴとの体表面粘性物質（以下粘質物と略称）を酵素分解して得た polysaccharide は，その構成糖に差異があることをすでに報告[1,2]したが，この差異が魚種本来のものか，棲息環境が淡水，海水と異なるためかなどについては，これまでの結果からでは判断できない。

前報[3]でドジョウの構成糖を再検討し，イオン交換樹脂による方法が優れていることを報告した。そこで今回は7種の魚の粘質物から polysaccharide を調製し，イオン交換樹脂法によつて中性，塩基性，酸性の3糖区分に分別し各区分の構成糖を比較検討したので報告する。

実験および結果

I. 供 試 魚

下記の淡水産硬骨魚1種，海産硬骨魚4種，海産軟骨魚2種の計7種を用いた。

ウ ナ ギ (eel) *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel

ミシマオコゼ (star-gazer) *Uranoscopus japonicus* Houttuyn

アオミシマオコゼ (star-gazer) *Gnathagnus elongatus* (Temminck et Schlegel)

サバフグ (puffer) *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider)

ガンゾービラメ (flat-fish) *Pseudorhombus cinnamoneus* (Temminck et Schlegel)

イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* Jordan et Richardson

アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (Müller et Henle)

ウナギ（福岡県柳川産，天然魚），サバフグ（福岡県津屋崎沖，一本釣で漁獲）は活魚を用いた。その他の

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

魚は死魚で，福岡魚市場で入手したものである。

粘質物の採取法[4] および粘質物からの polysaccharide の調製法[1] は既報に準じて行なつた。

II. イオン交換樹脂による糖の分別

約 300 mg の試料に 30 倍容の N-H_2SO_4 を加えて沸騰湯浴中で 5 時間加水分解した。$Ba(OH)_2$ で pH 7.2 とし $BaCO_3$ を 90 mg 加えて 60°C で 15 分間加熱後，遠心分離して上澄液を集め適宜濃縮した。この濃縮液を前報[3]に準じて Amberlite IR-120 (H^+ 型)，Amberlite IRA-400 (CO_3^{--} 型) に通し中性糖，塩基性糖，酸性糖に分別した後，各区分を減圧濃縮して syrup 状とし実験に供した。

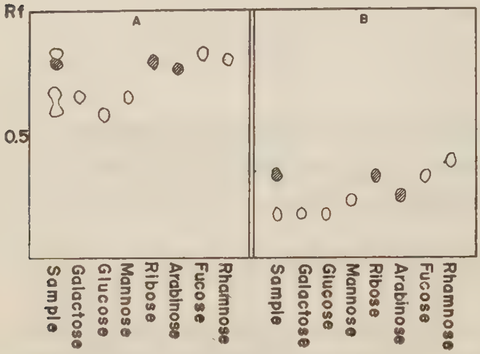


Fig. 1. Paper chromatograms of neutral fraction of puffer.
Solvent { A; Phenol: water (8 : 2) multiple development
B; Butylacetate: ethanol: acetic acid: water (3 : 2 : 1 : 1)
Colour reagent; aniline hydrogen phthalate
Oblique lined spots show red colour and white spots show brown colour.

III. Paper chromatography による中性糖区分の同定

東洋沪紙 No. 51 を用い 4 種の溶媒[1] によつて展開した。呈色試薬としては aniline hydrogen phthalate を用いたが，この試薬は hexose, pentose, methyl-pentose の呈色が異なるので判別しやすい。1 例として，2 種の溶媒によるサバフグ中性糖区分の展開図を Fig. 1 に示した。

供試魚に共通して認められたものは galactose, ribose, fucose で glucose は同定し得たものと同定し得ないものとがあつた。本区分の結果を後述の 2 区分の結果と合わせて Table 1 に示した。

Table 1. Component sugars of mucus-polysaccharide of some fishes.

Fr.	Species / Sugar	Eel ウナギ	Star-gazer* ミシマオコゼ	Star-gazer** アオミシマオコゼ	Puffer サバフグ	Flat-fish ガンゾウビラメ	Ray§ イサゴガンギエイ	Ray§§ アカエイ
Neutral	Galactose	+	+	+	+	+	+	+
	Glucose	−	−	−	+	−	−	+
	Fucose	+	+	+	+	+	+	+
	Ribose	+	+	+	+	+	+	+
Basic	Glucosamine	+	+	+	+	+	+	+
	Galactosamine	+	+	+	+	+	+	+
Acidic	Hexuronic acid	+	+	+	+		+	+

* *Uranoscopus japonicus*, ** *Gnathagnus elongatus*.
§ *Raja hollandi*, §§ *Dasyatis akajei*.

IV. Paper chromatography による塩基性糖区分の同定

前報[3] のように ninhydrin 処理[5] を行なつた。濃縮試料を少量の水に溶かし pyridine で pH 5.0 として ninhydrin を添加，沸騰湯浴中で 100°C, 90 分間加熱した。沪液を減圧濃縮して paper chromatography の試料とした。

供試魚 7 種ともに arabinose, lyxose に相当する spot を認め，それぞれ glucosamine, galactosamine と同定した。

V. 酸性糖区分の検索

paper chromatography によつては何らの spot も認め得なかつたことは前報[3]と同様であつた。呈色試薬としては aniline hydrogen phthalate と *p*-anisidine-HCl を用いた。特に後者はウロン酸では特有のピンクの呈色を示すので判別しやすいが該当する spot を認め得なかつた。

前報[3]のように WILLIAMS の試薬[6]を用いて反応せしめ，その吸光度を測定した。結果の一部を Fig. 2 に示した。いずれも 520 mμ および 600 mμ に吸収極大を有し標品の glucuronic acid の吸光曲線とよく一致した。

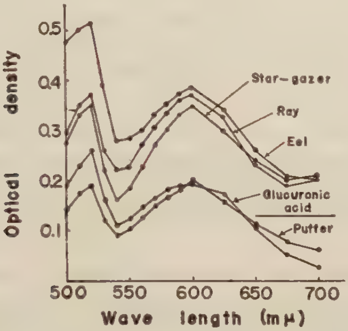


Fig. 2. Absorption spectra of acidic fraction in the presence of WILLIAMS's reagent.
Star-gazer: *Gnathagnus elongatus*
Ray: *Raja hollandi*

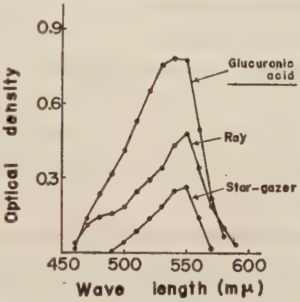


Fig. 3. Absorption spectra of acidic fraction in the presence of DISCHE's reagent.
Star-gazer: *Uranoscopus japonicus*
Ray: *Dasyatis akajei*

すでに指摘した[3]ようにこの結果によつて，酸性糖が glucuronic acid であるとは断定できないので，DISCHE の反応[7]を試みた。試料の関係でミシマオコゼとアカエイのみしか行なえなかつたが，その結果は Fig. 3 のようであつた。呈色はミシマオコゼが鮮やかなピンク色，アカエイはやや茶色味をおびたピンク色であつた。最大吸収は純品の glucuronic acid に比べるとややずれていて前報[3]のドジョウと同様に 550mμ にあつた。galacturonic acid や mannuronic acid はこの反応で不明瞭な褐色を示すだけである[7]から，本区分の酸性糖には glucuronic acid が存在すると考えられる。

以上3区分についての結果をまとめて Table 1 に示したが，共通成分が多いことが分る。

考　　察

魚の粘質物は魚種によつて外観的にかなりの差異があり，また供試魚は棲息環境が淡水，海水と異なり，硬骨魚，軟骨魚という差もあるので，その粘質物組成には何らかの差異があろうと推定される。さきに粘質物蛋白については 13 種類の魚について調べ，構成アミノ酸の種類およびアミノ酸組成には共通点が多いことを報告した[1,2,4,8]。

WESSLER ら[9]は7種の魚の粘質物についてその構成糖を paper chromatography によつてしらべている。中性糖についての彼らの結果を参考までに Table 2 に示した。著者らの結果 (Table 1) と比較すると galactose, fucose, ribose が見出されている点はよく似ているが，著者らが供試魚のいずれからも mannose を認め得なかつた点は大きな相違である。

また WESSLER ら[9]は塩基性糖の存在を指摘しているが hexosamine として示しているのみで，詳しくはしらべていないようである。hexuronic acid については，FISHMAN らの方法[10]によつて定性的に分析しその存在を認め得なかつたと述べているが，著者らの結果ではその存在は明らかであつた。

既報[1,2]の結果は fucose の存否が淡水，海水という棲息環境の差を示す可能性を予想させたが，今回の

Table 2. Relative sugar composition (hexoses + pentoses + methylpentoses) of the external mucous coatings of some fishes (Wessler *et al.*[9]).

Material	Galactose	Glucose	Mannose	Fucose	Ribose
External mucus from					
Pleuronectes platessa (Plaice)	++	+	(+)	+++	+
Gadus callarias (Cod)	+		(+)	(+)	++
Gadus merlangus (Whiting)	+		(+)	(+)	++
Anguilla vulgaris (Eel)	+		(+)		+
Esox lucius (Pike)	++		+	(+)	+
Raja sp. (Ray)	+++		++	++	+
Myxine glutinosa (Hagfish)	+		?	?	(+)

結果からこの予想は否定された。fucose は海水中に生活する動植物体に poly-fucose 硫酸として存在することが古くから知られているが，体外分泌物とも考えられる本試料のようなものにも認められたことは興味あることと思われる。

糖類は paper chromatography においては R_f の差が小さいので，なかなか同定が難かしいが，特に galactose と glucose とは R_f が接近し分離が悪くて同定に困難を感じた。本実験においても galactose と glucose の spot は tailing を示して glucose の存在を推定させるものが多かつた。Table 1 に示された glucose の存在が〔－〕のものでも，なお存在する可能性があると思われるので，この点別法でさらに調べる予定である。

摘　　要

7種の魚の体表面粘性物質から得た polysaccharide の加水分解物をイオン交換樹脂法によつて中性糖，塩基性糖，酸性糖の3区分に分別し，各区分の構成糖成分について定性分析を行なつた。その結果，淡水魚，海産魚あるいは硬骨魚，軟骨魚などの差異に関係なく，構成糖は同一であると考えた (Table 1)。なお，glucose の存否において差異が認められたが，glucose が認められなかつた魚種にも glucose が存在する可能性があると推定した。

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄： 本誌，**26**，739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄： 本誌，**26**，745 (1960).
3) 榎本則行・冨安行雄： 本誌 **27**，609 (1961).
4) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄： 本誌，**27**，143 (1961).
5) Ruelius, H. W. and Girard, M. M.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 512 (1954).
6) 赤堀四郎： "酵素研究法" 第 III 巻，朝倉書店，東京 (1957)，p. 658.
7) Dische, Z.: *J. Biol. Chem.*, **171**, 725 (1947).
8) 榎本則行・泉外喜雄・冨安行雄： 本誌 **27**，606 (1961).
9) Wessler, E. and Werner, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).
10) Fishman, W. H. et al.: *J. Clin. Invest.*, **30**, 685 (1951). 〔文献 9) から引用〕

抄　　録

トロール網の模型試験　W. DICKSON: *Marine Res.*, 1961, No. 1 (1961).　網の水中における形状の観察と，力学的測定とから網の設計上の欠点を改めるために，Aberdeen の海洋研究所では，1959，1958 年にトロール網の模型試験を行なつた。実物網は網の全長 30 ft,網口の高さ 6 ft，ボールド間隔 105 ft のもので，模型網は縮尺 (S) $\frac{1}{4}$，$\frac{1}{8}$ の2種で，網成りの観測は潜水で，曳網の張力は船上の張力計で測つた。模型網製作の理論はつぎのようである。(1) 実物網の浮力，沈降力は l^3 (l は網の単位長さ) に，模型網のそれらは $(Sl)^3$ に比例し，実物網の曳網の張力は $(Sl)^2$ に，模型網のそれは $(Sl)^2(S^{1/2}V)^2$ に比例するものとした。(2) 模型網の各部の寸法は縮尺（S）による。(3) 模型網の浮子，沈子の材料は実物網の材料と同じものを用い，網地は実物網はマニラトワインであるが，模型網では綿糸を用いた (比重；マニラ：1.29, 綿：1.34, ナイロン：1.12)。(4) 曳網速度（V）は縮尺に関係する。実物網の速度が 3 Knot のときは縮尺 1/4 の模型網では $3\sqrt{4}$ Knot。(5) 曳網にかかる張力は $\frac{D_m}{D}=\left(\frac{M_m N_m}{MN}\right)\times\left(\frac{M}{M_m}\right)\times\left(\frac{PR}{P_m R_m}\right)^{1/2}\times\left(\frac{V_m}{V}\right)^2$，$D_m$: 模型網の張力，$R$: 網糸の番手数(表に示される)，$M$: 網目の大きさ，$N$: 網口の囲いの網目数。(6) 網糸の太さの比 Sd は $\sqrt{\frac{\rho R}{\rho_m R_m}}$ であらわされ，(7) 網目の縮尺 (S_m) は $\frac{1}{4}$ の模型網で 1/2，$\frac{1}{8}$ で 1/4 とした。(8) 模型網の重さ W_m は $\frac{1}{R}\cdot\frac{S^2 l}{S_m}$ で，実物網の重さ W は $\frac{1}{R}S^3 l$ であらわされる。(9) 模型網の投影面積 A_m は $S^2 ld$ とする。d: 網糸の長さ。縮尺 1/4 の模型網製作は次のようである。網糸の太さの比 $Sd=\sqrt{\frac{1.29}{1.34}\cdot\frac{112}{440}}=\frac{1}{2.02}$，ここで，$R$，$R_m$ の 112，440 は表から求める。模型網の重さは実物網が網地で 217 lb，網で 106 lb だから $\frac{217}{4^3}\times\frac{W_m}{W}+\frac{106}{4^3}=6.9+1.7=8.6$ lb，ここで $\frac{W_m}{W}=\frac{112}{440}\times\frac{2\times2}{1}=2.04$。実物網の浮力は 220 lb，網の水中重量は 72 lb だから余剰浮力は 148 lb，模型網の水中重量は 2.0 lb だから，模型網の浮力は $2.0+\frac{148}{4^3}=2.0+2.3=4.3$ lb。実物網の footrope は 488 lb，fishing line は 23 lb だから，模型網のそれらは $\frac{488}{4^3}+\frac{23}{4^3}=8.0$ lb。(井上　実)

Otter trawl における魚群の生態研究用水中テレビジョンの利用と改良　JONE R. CLARK, ROBERT LIVINGSTONE, JR., JAMES M. CROSSEN: *Spec. Sci. Rep.*, No. **320** (1959).　New England 沖で Otter trawl の網内の Haddoch の生態調査に水中テレビジョンを使用した。この水中テレビは人工灯を使用しても魚群の行動に影響を与えない程度の暗い照明でも使用できる Image Orthicon Camera を使用した。このカメラの body は 1,000 フィートの深さでも使用でき，1インチ平方当り 455 ポンドの水圧に耐えられるように円筒形に作られ，重量は空中で 130 ポンド，水中で2ポンド，cover の厚さ 7/16 インチの陽極化されたアルミ材を使用した。カメラの先端に直径6インチ，厚さ1インチのガラス・カバーを取り付けてある。交換レンズは3種類で船上から遠隔操作によつて5秒間で交換でき，また映像を主体化させるために *"gamma adjustment"* を取り付けてある。電源は 110～120 ボルト交流の 2.5KW で常時 60±3 サイクルの発電機に接続し，照明灯は単灯 1,000 W の水中灯であつて魚取袋の内側に取り付け，魚群観察のときだけ点灯した。調査中しばしば生じた問題は主としてカメラ・ケーブルに関するもので，その主なものは①切断および合成ゴム・カバーの磨滅②ケーブルのもつれ③過度な伸張による接続部の破損④ケーブルと漁具とのもつれ，などであつた。(森　敬四郎)

Main sardin に対する気泡網試験　K.A. SMITH: *Comm. Fish. Rev.*, **23** (4), 1—4 (1961).　Main sardine 漁具の改良に気泡網 (Air bubble curtain) を用いて魚群を誘導する試みが 1957 年から行なわれた。入江の奥に入つた魚群がひき潮にのつてくだつてくるとき，それを気泡網でさえぎつて Weir (小型定置網の一種) に誘導した。また沖合にたまつて容易に入江に入つて行かない魚群に対して，Air curtain をつくる Polyethylene pipe を2隻の船でひき網をひくようにひいて Stop seine の付近へ誘導した。1958～1959 年に 2000 feet の長さの Polyethylene パイプが用いられた場合についてみると，その太さは 1/2 in. と 3/4 in.，，これに直径 1/64 in. の穴があけられた。穴の間隔は 1 foot くらい。Commpressor の capacity は 196 feet³/min.，気圧は常に 70 ponud/in² に保たれた。必要かつ重要な機器としては Commpressor, Safety and exhaust valbe, Aftercooler, Polyethylene pipe section および Weighting plastic pipe などである。1960 年にはこれを用いて 12 統以上の Weir が操業されたが，利用者の数はその後急速に増加しつつある。今後の問題として，魚群の密度が非常に大きいとき，あるいは魚群が怖気づいているときには，魚は Air curtain を抜けて自由に出ていく危険

のあることが指摘された。(下崎吉矩)

クリール・センサスにおけるサンプリング計画と推定法について D. S. ROBSON: *Biometrics* **16** (2), 261—277 (1960). 調査の対象となる全漁場の，漁期間における遊漁者の総漁獲尾数と努力量を不偏推定することにクリール・センサスの目的をおいて，サンプリング計画と推定法を提案している。漁期間を通じての漁場における遊漁者は，時空間的に層別される。まず漁場はほぼ同程度の漁業が行なわれるようにいくつかの地区に分割され，漁期は週に，週は平日・土・日に層別される。平日のなかから調査日として d 日，また，調査日ごとに n 地区が選ばれて，n 人の調査員が終日担当地区で遊漁者の数・地区への出入時刻・漁獲尾数を記録する。また他の1人は任意の地・時点に出発して全漁場の遊漁者を数える。これらのデータを用いて漁期中の総漁獲尾数Yと総努力量Xの不偏推定値を求める式を誘導しサンプリング誤差や推定値の誤差分散について論議をすすめている。このように客観性のあるデータを得ることができる反面，一調査員の担当する地区の広さに制約があり，調査員は終日その地区に固定されるといつた調査の能率の悪さがあり，2日以上にわたつて，4人以上の各地区調査員と，全漁場を1日2回以上まわる調査員を必要とする点，さらに計算の複雑さがこの方法を採用するときの難点となろう。(鉄 健司)

Noturus insignis の成長について J. P. CLUGSTON and E. L. COOPER: *Copeia*, **1969** (1), 9—16. *Noturus insignis* はナマズ科の一種でオンタリオ湖からジョージア州にわたり棲息する体長15 cm 未満の夜行性の魚である。筆者らは 1957 年11 月から 1958 年 11 月の間に約 950 尾を電流により採捕し，年令，成長，成熟などを調べた。年令は胸鰭の棘の切片をつくり，それに現われた輪紋により決定した。大部分のものは 1~3 年魚で，0，4年魚が若干みられたが，それ以上の高令魚はみられなかつた。年令にともなう体長の年間平均増加量は最初の2年間は各々約 45 mm で，次の2年間は各々約 20 mm である。体長は6～9月の比較的短期間に成長し他の時期の成長はほとんどみられない。産卵は6月下旬に行なわれる。卵は直径約4 mm のオレンヂ色をしている。満2年魚から雌雄ともに成熟したものがみられる。性比は産卵期の前後では1:1 であるが，産卵期中は雌が多くなつている。これは雄が巣を保護する習性をもつためか，採集方法によるものか明らかでない。Brown (1957) の成長率の式を用いて体重の周期的増加量を調べたが，若年魚では1日約 3.8%で，高体魚では 0.5%であつた。また夏期に著しく増加し冬期に低下する。未熟魚では6～7月に増加が著しいが成熟魚では産卵期後の8～9月に著しい増加がみられる。

(服部 仁)

カワマスの血糖におよぼす水温と餌料の影響 A. M. PHILLIPS: *Prog. Fish-Cult.*, **23** (2), 60—69 (1961). 体重 8gのカワマスを3群に分けて次の餌料を与え，最初の投餌後一定時間ごと (12時間後まで) に血糖量を Hagerdorn-Jensen 法 ('23) によつて測定した。A群一対照区，無投餌，B群一牛脾臓 (低炭水化物) 98%，食塩 2%，C群一牛肝臓と牛脾臓各 25%，乾燥餌料 (炭水化物 20%以上) 68%，食塩 2%。この実験は 8.3°C の一定水温と 11～15°C の2種の水温下において行なわれ，投餌は7時，11 時，17 時の3回行なつた。その結果，A群の血糖量 (86～97 mg/100cc) はB群 (74～95 mg/100 cc) より高く，両群とも摂餌後も顕著な増加は認められなかつた。A群が絶食にもかかわらずB群より血糖が高かつたのは，実験前にA群に乾燥餌料を投餌していたためと考えられる。C群は A，B 群より血糖量高く (88～125 mg/100 cc)，餌料中の炭水化物を吸収して血糖の増加も著しかつた。生澱粉を与えているので，マスは生澱粉でも相当量消化吸収できることがわかつた。水温が高くなるにともなつて,C群のみが血糖の増加が著しかつた。Phillips ら ('48) は，マスは血糖を調節できず，常に人間の糖尿病状態であることを報告したが，今回の結果はこれを支持する。(野村 稔)

溜池養殖における流行病の現状 KANAEV. A.N. i LIAIMAN. Ė. M: *Tryd. soveshchan. po bolezn. ryb.* 28—33 str (1959). RSFSR ではコイの紅疹症，鰓のカビ病，コスティア病，キロドン病，ダクチロギルス病，絛虫病が産業上重要な流行病として発生する。紅疹症は 1932～1954 年までの 29 経営場で稚魚から親魚まで 70～95 % 斃死した。無制限な種苗の運搬をさけ,池の消毒,薬剤の応用によつて一般に病魚は少なくなつたとはいえ，まだ 13 の経営場では大量の斃死が起つている。本病に対して1955 年から防疫と防除の効果的な手段としてコイ親魚の人工免疫法が研究されている。鰓のカビ病はコイーカモ養殖場で発生しやすいが，有機物が多いか，あるいは非衛生的な環境にあるコイだけの池でも起る。*Branchiomyces* のほかに病原性のある *Aspergillus niger*, *Penicillium brasicaum*, *Fusarium* sp. が鰓病のコイから分離された。消石灰の池中散布で良い結果が得られる。コスティア病は戦後非常に流行し，コイ稚魚が大量斃死した。溜池の状態で本病を克服する方法は今後の問題である。キロドン病は経営の最初の年から起り数年間に越冬池で大きな損耗をみた。冬期に塩水浴を広範囲に行なうことは困難で，その可能な方法が検討されている。ダクチロギルス病原虫の *D. vastator* は小ゴイに寄生して大量の損耗を招くが，治療一予防の組織的な遂行と *D. extensus* の敵対的な影響で被害は低下した。後者による損耗はない。これらの吸虫駆除は Pasovskii ('53) が提案したアンモニア水浴が最も効果的であるが，実際面でやや難点がある。絛虫病は *Caryophyllaeus laticeps*. *C. fim-*

briceps によるもので魚体重は 15 % 低下する軽視できないものである。以上のほかにコイのビタミン欠乏症がモスコー州で起り，甚大な損耗を記録した。かくて RSFSR では寄生虫の予防衛生の状態はあまり好ましくない現在，科学調査研究所と養殖経営協同体が溜池の土地改良を行ないつつあり，効果的な予防処置を検討中である。(佐野徳夫)

病魚の治療法 BAUER. O. N. i NSPENSKAIA. A. B. *Trud. soveshchan. po bolezn. ryb.* 21—27 (1959) str. ダクチログルス病の *D. vastatar* には 0.05 % のアンモニヤ水浴を 30 秒 (Pasovskii, '53), 食塩 3.5 : 硫酸銅 1.5 の混合の 5%液に 5 分, *D. solidus* には 0.1～0.2%アンモニヤ水浴を 1 分 (Bauer, Uspenskaia '51) 行なつて，北部，中部，西部の養鯉場で本病魚を撲滅している（魚体の水浴温度は 10°C 以下がよい)。白点病の有効な防除法は水温を 28°C 以上に保つか，0.6～0.7%の食塩水浴を 28～30°C で 3～3.5 日; 25～26°C で 5 日; 22～23°C で 6 日; 19～20°C で 7 日; 18°C で 8 日; 14～15°C で 10～11 日間行なう。*Cryptobia branchialis, Trichophria* sp., *Trichodina* sp., に対しては $CuSO_4$ 5 : $Fe(SO_4)_3$ 2 の割合の混合薬を 7/1000万になるように織触製の袋に入れて餌物に浸けて自然的長期間水浴を行なう。(Ni Da-Shu '56). 魚ビル，チヨオ，Karpoed には 0.1% DDT 液に 20～25分 (Woynarovich '54) あるいは 0.1%の Dust 666 液に 20～25 分の水浴がよい (Yin Wen-Ying '55)。ニジマスの旋回病には砒素剤を餌に混入して投与し (Scolarii '54, Uspenskaia '55) 発病池の消毒にはシャンカルシウムの散布がよい (Tack '50, '51)。魚の水生菌病には Allison ('53) と同様にマラカイトグリーン（亜鉛あるいは二重亜鉛塩）の 1/15000 液に 10～30 秒，池水の消毒には 1/180000 液で 4 分，卵には 1/200000 液に 1 時間浸漬してよい結果を得ている。コイの紅疹病には Schäperclaus によるストレプトマイシン (200 mg/1 尾), クロロニトリン (6 mg/1 尾) を腹腔に 1 回注射して産業的にいちじるしい効果をあげている。また 2.5*l* の水に 1 g のメチール青をとかして餌に加えて投餌して損耗を 5～6 %におさえることができる。(Volf a Havelka '54). 一方，本病をバイラス性のものとみなして 0.2%ホルマリンで処理したワクチンによつて人工免疫を魚体に与えて Ruminia で数年来よい結果を得ている (Goncharob '51)。(佐野徳夫)

Voges-Proskauer 試験に用いる 1-Naphthol の精製法 M, FULTON, D. HALKIAS and D. A. YARASHUS: *Applied Microbiol.*, 8 (6), 361—362 (1960). 細菌の生理的性質の判定の一つとして，acetylmethylcarbinol を検出することは重要である。これまで，本検出法の種々なる改良が行なわれてきたが，そのねらいは，acetylmethylcarbinol を酸化して diacetyl とし，これを guanidine グループと反応させて，ピンクの発色を増強させることであつた。一方では，creatine を加えて guanidine グループを増加させ，さらに精度を高めることも検討された。しかし，そのさい，酸化の促進剤として加える 1-Naphthol が不純のため，呈色に種々なる弊害を伴なう。これは，1-Naphtol を水蒸気蒸留して，針状の結晶をとり，冷蔵庫に貯蔵した精製物を用いることで解決される。なお，本報告には，この結晶を用いた VP (VOGES-PROSKAUER) 試験の簡易法が記述されている。(内山 均)

クラゲのヒスタミン遊離作用物質の作用機構 B. UVNÄS: *Ann. New York Acad. Sci.*, **90**, 751—759 (1960). *Cyanea capilata* の触手にはヒスタミン遊離作用物質 (I) が含まれている。この物質が皮膚の肥満細胞 (II) に作用して II 中の塩基好性顆粒を破壊し，そのなかに貯えられているヒスタミンを放出する機構をラッテの腹腔から分離した II を用いて調べた。クラゲの触手をアルコールで冷浸して得た抽出液のアルコール濃度を高めると沈澱が生ずる。この沈澱を熱アルコールに溶かして再沈澱を行なつた後活性炭で精製すれば I が得られる。I と II を加えて保温器に入れ，温度，pH，酵素阻害剤がヒスタミン放出におよぼす影響を調べたところヒスタミンの放出は 0°C では起らず，温度の上昇とともに増加するが 43°C を越すと急激かつ不可逆的に減少し，至適 pH 域は 6～7 で，ニンヒドリン，アリシン，ジニトロフェノールにより阻害されることが判つた。その結果，ヒスタミンの放出は II 中の酵素系によつて塩基好性顆粒が破壊されるために起り，I は酵素系を賦活する役割を有すると考えられる。かつそのさいに phospholipase A および細胞内の酸化的エネルギー転移が関与することが認められた。(安元 健)

トリプトファンの比色定量法 J. FISHEL: *J. Biol. Chem.*, **235** (4), 999—1001 (1960). トリプトファンの定量法には（1）酸性溶液中でのアルデヒドとの反応，(2) グリオキシル酸との反応，(3) 水銀塩，硝酸との反応，(4) 水銀塩として分別する方法，(5) MARSHALS 試薬による方法などがあるが，いずれも欠点が多い。そこで ADAMKIEWITZ 反応を応用した新らしい比色定量法を案出した。

トリプトファン (5～50 μg) を含む試料液 0.5 m*l* に氷酢酸 2 m*l*, 濃硫酸 1 m*l*, 飽和過硫酸カリ液 1 滴，5 %チオグリコール酸（氷酢酸に溶解）1 滴を振盪しながら順次加え，10～15 分後 530～550 mμ の吸光度を読む。トリプトファンを 50～250 μg 含む場合には酢酸を 3.5 m*l*, 硫酸を 1.5 m*l* にする。したがつて検量範囲は 5～250 μg である。反応液中に水分が多いと発色度は低い。蛋白質溶液のトリプトファンを定量する場合には過硫酸カリ液の代りに 3% H_2O_2 を用いれば，あらかじめ加水分解しなくてもよい。(永山文男)

雑　　録

○ 5月理事会

開催日　昭和36年5月26日　午後2時
場　所　東京水産大学大会議室
出席者　田内会長以下15名
議　題

1) 昭和36年度秋季大会委員長より実行計画の案内があつたので報告した。(詳細は5号に掲載)
2) 昭和36年度年会委員長より年金剰余金10万円および輪転機，自転車，他6点等の寄附の申し入れがあつたので，これを受け入れることにした。剰余金は年会側よりの希望により外国図書製本費に当てることにした。
3) 学術会議より依頼されていた「水産学の将来計画」については，最終の起草委員会を5月13日に開き答申書を決定し，学術会議に報告し，また，各委員にこれを配布した。
4) 支部補助金は請求あり次第半期分を支出することとした。
5) 年会における鮮度保持に関するシンポジウムの講演を学会誌に掲載希望の申出があつたが，これは一般投稿と考え編集委員会で検討してもらうこととした。
6) 支部幹事の申出のあつた下記支部に幹事を依嘱した。
   中部支部　　藤　田　　正氏
7) 下記図書との交換を承認した。
   California Fish and Games
   動物心理学年報
8) 入会承認
   個人　22名，　　外国　4

○ 編集会議

日　時　昭和36年5月26日
場　所　東水大会議室
出席者　編集長以下9名
議　事
1. 投稿規定の一部を改変した。
2. 会員名簿の印刷は3年間隔位で行うことが望ましいから，このことに関し次回理事会に提案することにした。
3. 学会で主催したシンポジウムの記録の雑誌掲載につき討議した。

○ 日本水産学会関東支部例会

日　時　1961年6月28日 (水)　13時より
場　所　東京大学農学部水産学科
研究発表

1. カタクチイワシの漁業生物学的研究—I. 体節的形質の時空間的変異　°林　繁一・鈴木秀弥（東　水　研）
2. 同　上　—II.

漁獲量の変動傾向　°林 繁一・近藤恵一（東 水 研）
3. 伊豆沖観測による海中騒音の水平・垂直分布　吉 野 鎮 夫（東 大）
4. 魚類の音感受機構に関する考察　吉 野 鎮 夫（東 大）
5. アルテミアに関する 2, 3 について　二村義八朗・大島泰雄（東 大）
6. ニジマスの貧血に関する実験　佐 野 德 夫（東 水 大）
7. 雨イカ悪臭成分中の酸性物質について　°山西 貞・石渡道子・桐淵寿子（お茶の水大）

正 誤 表

		誤	正
p. 472	左側下から4行目	Island	Israel

新 着 外 国 文 献 案 内 (1961.5.1～31)

PERIODICALS

Acta Hydrobiologica. Cracow. Vol. 3. Fasc. 1. 1961.
Annales Zoologici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae. Vanamo. Tomo 21. No. 4. Tomo 22. No. 1. 2. 3. 4. 1960.
Annual Report. Fisheries Development Corporation of South Africa Ltd. 16th Report. 1961.
Arkiv för zoologi. Andra serien. Upsala. Band 12. Häfte 5-6. 1961.
Bamidgeh (Bulletin of Fish Culture in Israel). Vol. 12. No. 4. 1961.
Bulletin de l'Institut International du Froid. Paris. Tome XLI. No. 1. 1961.
Bulletin. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla. Calif. Vol. 5. No. 1. 2. 1961.
Bulletin of the Scientific Research Institute. Korea. Vol. 5. No. 2. 1960.
Commercial Fisheries Review. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. Vol. 23. No. 3. 1961.
Contribution du Départment des Pêcheries. Quebec. No. 79. 80. 1960.
Il Giornale della Pesca. Anno X. No. 25. 1960. Anno XI. No. 1. 2. 3. 4. 5. 1961.
Informationen für die Fischwirtschaft. Hamburg. Jahrgang 8. No. 1. 1961.
Journal of the Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. Vol. 18. No. 1. 1961.
Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Plymouth. Vol. 41. No. 1. 1961.
La peche maritime. Paris. Annee 39. No. 982. 1960.
List of Accessions to the Library. Science Museum Library. London. Nos. 1562 1563 1564 1565 1566. 1960.
Pacific Science. Honolulu. Vol. XV. No. 2. 1961.
Philippine Abstracts. Manila. Vol. 1. No. 3. 1960.
Prace Morckiego Institutu Rybackiego w Gdyni. czsc Techniczno-Ekonomiczna. (Reports of the Sea Fisheries Institute in Gdynia. Technical and Economical part). Tom 10-B. 11-B. 1960.
Research in Fisheries—1960. University of Washington. College of Fisheries. 1961.
Thalassia Jugoslavica. Zagreb. Vol. 2. No. 10. 1960.
Tidsskrift for Hermetikindustri. Kristiania. Aargang 47. Nr. 3. 1961.
U.S. Industrial Digest. International Communications. Inc., New York. Vol. 3 No. 2. 1961.
Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke. (Acta societatis zoologica bohemoslovenicae). Vol. XXIV. No. 4. 1960. Vol. XXV. No. 1. 1961.
Vie et milieu. Bulletin du Laboratoire Arago. Universite de Paris. Tome XI. Fasc. 4. 1960.
World Fisheries Abstract. F. A. O. Vol. 11. No. 5. 1960. Supplement to Vol. 11. No. 1.
Вопросы Ихтиологии. Академия Наук СССР. Буруск 17. 1961.
Известия Академии Наук СССР. серия биологическая. 1961. No. 1.
Рыбоводство и Рыболовство. 1960 No. 1. 1961 No. 2.

Труды Севстпольской Биологической Станции. Том XIII. 1960.

REPRINTS

BADER, R. G. and HENRY V. J. (1958) Marine sediments Prince of Wales Strait and Amundsen Gulf, West Canadian Arctic. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 35-52.

BARLOW, J. P. (1958) Spring changes in phytoplakton abundance in a deep estuary, Hood Canal, Washington. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 53-67.

BARNES, C. A. and COLLIAS, E. E. (1958) Some considerations of oxygen utilization rates in Puget Sound. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 68-80.

BLAXTER, J. H. S. und HEMPEL, G. (1961) Rearing Experiments on Herring Larvae. Naturwissenschaften. Jahrgang 48. Heft 3. Seiten 81-82.

BLAXTER, J. H. S., HOLLIDAY, F. G. T. and PARRISH, B. B. (1958) Some Preliminary Observations on the Avoidance of Obstacle. Proc. Indo-Pacific Fish. Coun. Vol. III. pp. 46-49.

BURGESS, G. H. O. and CUTTING, C. L. (1959) The Need for Lower Temperature in the Distribution of Fish. Proceedings of the 10th International Congress of Refrigeration. Vol. 3. pp. 160-164.

CONNELL, J. J. (1960) Changes in the actin of cod flesh during Storage at -14°. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1960 No. 9. pp. 515-519.

CONNELL, J. J. (1960) Mechanical properties of fish and fish products. Flow Properties of Blood. Pergamon Press. pp. 316-326.

FLEMING, R. H. (1958) Notes concerning the halocline in the Northeastern Pacific Ocean. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 158-175.

FOSTER, W. W. (1960) The size of wood smoke particles. Aerodynamic Capture of Praticles. Pergamon Press. pp. 89-96.

FRASER, J. H. (1960) Nigerian *Chaetognatha-Sagitta friderici* R.-Z. Annals and Magazine of Natural History. Ser. 13. Vol. III. pp. 289-290.

FRASTER, J. H. (1961) Use of Polyethylene Glycol in Biology. Nature. Vol. 189. No. 4760. pp. 241-242.

GOULD, H. R. (1958) Control of sedimentation and bottom configuration by convection currents, Lake Washington, Washington. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 183-198.

HARTT, A. C. (1960) Pacific salmon in international waters. Transactions of the Twenty-Fifth North American Wildlife Conference, March 7, 8, and 9, 1960. Published by the Wildlife Management Institute, Washington 5, D.C. pp. 339-346.

HASLER, A. D. (1960) Homing Orientation in Migrating Fishes. Ergebnisse der Biologie. Band XXIII. Seiten 94-115.

HASLER, A. D. (1960) Guideposts of Migrating Fishes. Science. Vol. 132. No. 3430. pp. 785-792.

HASLER, A. D. and SCHWASSMANN, H. C. (1960) Sun Orientation of Fish at Different Latitude. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, Vol. XXV. pp. 429-441.

HENRY, D. P. (1958) Intertidal Barnacles of Bermuda. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 215-234.

HENRY, D. P. (1960) Thoracic cirripedia of the Gulf of California. Oceanography. University of Washington Publications. Vol. 4. No. 4. pp. 135-158.

HORRALL, R. M. and MCNAUGHT, D. C. (1960) Lake Mendota and the Science of Limnology. Wisconsin Academy Review. Winter 1960. pp. 1-4.

HUGHES R. B. (1960) Chemical studies on the herring (*Clupea harengus*). IV. Creatine in Herring Flesh, and its behaviour during Heat Processing. Journal of the Science of Food Agriculture. 1960 No. 12. pp. 700-705.

JONES, N. R. and BURT, J. R. (1960) The Separation and Determination of Sugar Phosphates, with Particular Reference to Extracts of Fish Tissue. Journal of the Society for Analytical Chemistry. Vol. 85. No. 1016. pp. 810-814.

JONES, N. R. and MURRAY, J. (1960) The Acid-Soluble Nucleotides of Codling (*Gadus callarias*) Muscle. Biochemical Journal. Vol. 77. pp. 567-575.

JONES, N. R. and MURRAY, J. (1961) Nucleotide concentration in codling (*Gadus callarias*) muscle passing through RIGOR MORTIS at O°. Zeitschrift für vergleichende Physiologie. Band 44. Seiten 174-183.

KABATA, Z. (1960) On two myxosporidian parasites of marine fishes, including one new species (*Ceratomyxa tenuispora*). Annals and Magazine of Natural History. Ser. 13. Vol. III. pp. 305-308.

KOO, T. S. Y. and SMITH, H. D. (1960) Main-stem and tributary sampling of red salmon scales for population studies. Unted States Fish and Wildlife Service Special Scientific Report-Fisheries No. 362. pp. 1-10.

LAEVASTU, T. (1958) The occurrence of pigments in marine sediments. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 325-334.

LIKENS, G. E. and HASLER, A. D. (1960) Movement of Radiosodium in a Chemically Stratified Lake. Science. Vol. 131. No. 3414. pp. 1676-1677.

LISTON, J., CHAPEL, J. G. and STERN, J. A. (1961) The Spoilage of Pacific Coast Rockfish. I. Spoilage in Ice Storage. Food Technology. Vol. XV. No. 1. pp. 19-22.

LISTON, J., PETERS, J. and STERN, J. A. ( ) Parasites in summer-caught pacific rockfishes. United States Fish and Wildlife Service Special Scientific Report-Fisheries No. 352. pp. 1-10.

MCINTYRE, A. D. (1961) New Records of Polychaetes from Scottish Coastal and Offshore Waters. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Vol. LXVII. Part IV. No. 14. pp. 351-362.

MCNABB, C. D. (1960) Enumeration of freshwater phytoplankton concentrated on the membrane filter. Limnology and Oceanography. Vol. 5. No. 1. pp. 57-61.

MCNAUGHT, D., C. and HASLER A. D. (1961) Surface schooling and feeding behavior in the white bass, *Rocus chrysops* (RAFINESQUE), in Lake Mendota. Limnology and Oceanography. Vol. 6. No. 1. pp. 53-60.

OLLEY, J. and LOVERN, J. A. (1960) Phospholipid Hydrolysis in cod flesh stored at various temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1960 No. 11. pp. 644-652.

PARKER, R. A. and HASLER, A. D. (1959) Movements of Some Displaced Centrarchids. Copeia. 1959 No. 1. pp. 11-18.

PARRISH, B. B., BLAXTER, J. H. S. and HOLLIDAY, F. G. T. (1958) Some Notes on Establishment and Maintenance of Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) in Aquaria. Proc. Indo-Pacific Fish. Coun. Vol. III. pp. 43-45.

ROOS, J. F. (1960) Predation of Young Coho Salmon on Sockeye Salmon Fry at Chignik, Alaska. Transactions American Fisheries Society. Vol. 89. No. 4. pp. 377-378.

SCHAEFER, M. B. (1960) Marine Resources. McGraw Hill Encyclopedia of Science and Technology. pp. 130-132.

SCHAEFER, M. B. (1960) Marine Fisheries. McGraw. Hill Encyclopedia of Science and Technology. pp. 113-116.

SCHYEIDER, H. und HASLER, A. D. (1960) Laute une Lauterzeugung beim süsswassertrommler *Aplodinotus grunniens* RAFINESQUE (*Sciaenidae, Pisces*). Zeitschrift für vergleichende Phisiologie. Band 43. Seiten 499-517.

SCHWASSMANN, H. O. (1960) Environmental Cues in the Orientation Rhythm of Fish. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitive Biology. Vol. XXV. pp. 443-450.

SPARKS, A. K. (1960) Some aspects of the Zoogeography of the Digenetic Trematodes of shallow-water fishes of the Gulf of Mexico. pp. 285-298.

SPARKS, A. K. and THATCHER, V. E. (1960) A new species of *Crassicutis* (*Trematoda, Allocreadiidae*) from a sparid fish (*Archosargus pabatocephalus*) in the northern Gulf of Mexico. Transactions of the American Microscopical Society. Vol. LXXIX. No. 3. pp. 341-343.

SPENCER, R. (1960) The sanitation of fish boxes. II. The efficiency of various sanitzers in the cleaning of commercial wooden fish boxes. Journal of Applied Bacteriology. Vol. 23. No. 1. pp. 10-17.

STROSS, R. G. and HASLER, A. D. (1960) Some lime-induced changes in lake metabolism. Limology and Oceanography. Vol. 5. No. 3. pp. 265-272.

SUND, P. N. (1961) Two New Species of *Chaetognatha* from the Waters off Peru. Pacific Science. Vol. XV. No. 1. pp. 105-111.

THOMPSON T. G. and LAEVASTU, T. (1960) Determination and occurrence of cobalt in sea water, Journal of Marine Research. Vol. 18. pp. 189-193.

TYLER, R. W. (1960) Use of dynamite to recover tagged salmon. United States Fish and Wildlife

Service Special Scientific Report-Fisheries No. 353. pp. 1-9.

YENTSCH, C. S. and SCAGEL, R. F. (1958) Diurnal study of phytoplankton pigments. Journal of Marine Research. Vol. 17. pp. 567-583.

WARDANI, S. A. El (1960) Total and organic phosphorus in waters of the Bering Sea, Aleutian Trench and Gulf of Alaska. Deep Sea Research. Vol. 7. pp. 201-207.

SEPARATE VOLUMES

F. A. O. (1960) Chilling of Fish. Fish Processing Technologists Meeting. Rotterdam. Netherlands. 25-29 June 1956. pp. 276.

Семенов, К. І. (1958) Морфологічні і биологічні особливості розвітку личинок осетра б різних умовах існування. Видавництво Академії Наук Української РСР. Київ. pp. 126.

Кисельов, Й. В. (1958) Гибриди ставкових риб з родини коропових. Бидавництво Академії Наук УРСР. Київ. pp. 63.

Зайцев, Ю, П. (1959) Іхтіопланктон одеської затоки і суміжних дилянок чорного моря. Бидавництво Академії Наук Української РСР. Київ. pp. 96.

昭和三十六年六月二十日　印　刷
昭和三十六年六月二十五日　発　行

第二十七巻　第六号

本号定価 170 円
(送料別)

編集兼発行者　大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京　59529番
電話 (451) 2200番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社　国際文献印刷社

発売所　株式会社　国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446·9635